

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

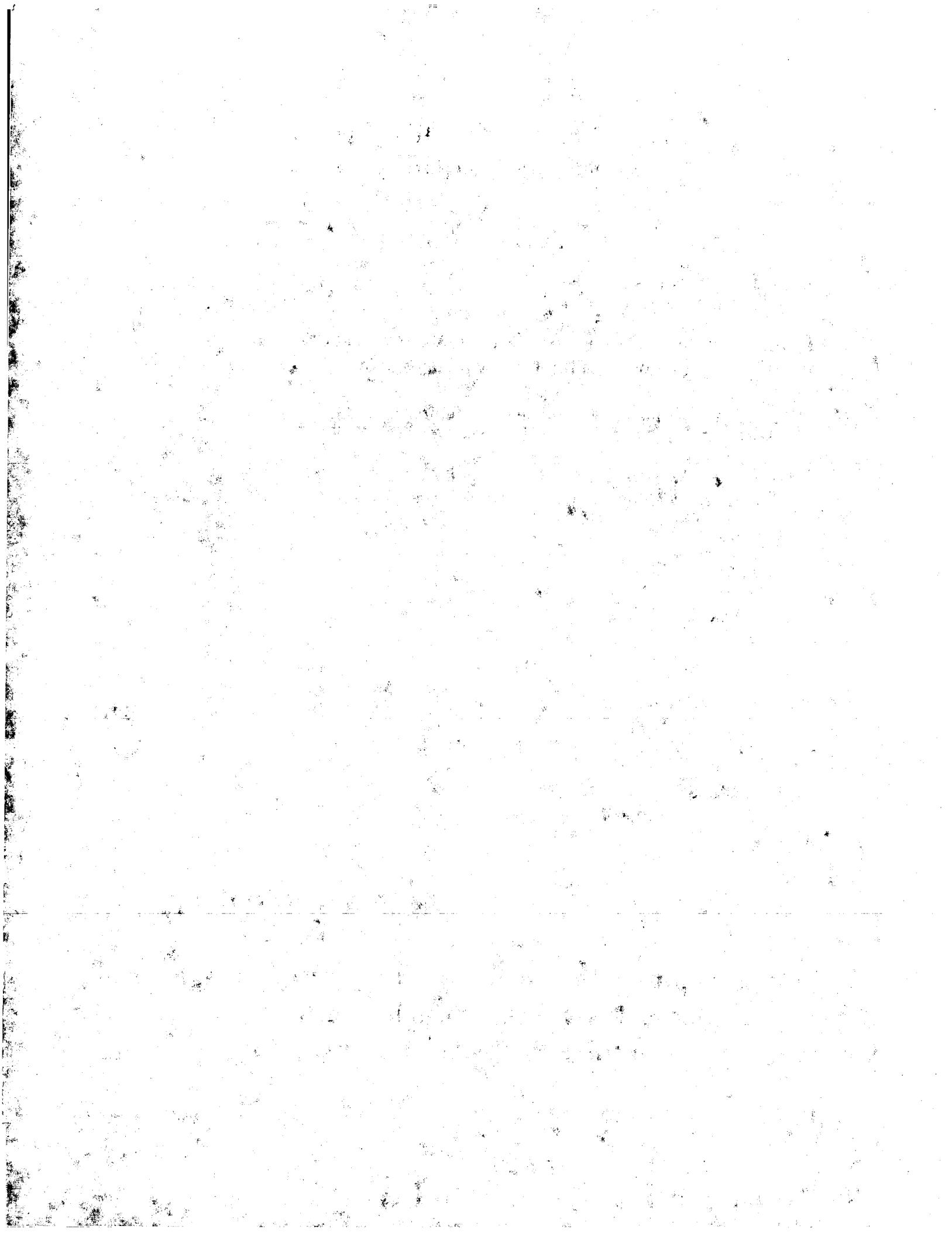
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**





# KOREAN PATENT ABSTRACTS(KR)

Document Code:A

(11) Publication No. 1020010098415 (43) Publication Date. 20011108

(21) Application No.1020010014379 (22) Application Date. 20010320

(51) IPC Code:

C07F 17/00

(71) Applicant:

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

(72) Inventor:

DEBORAH ANNE NEWMAYER

DOUGLAS BUCHANAN

(30) Priority:

2000 553997 20000420 US

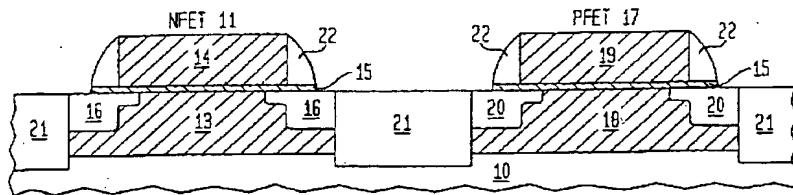
• (54) Title of Invention

# PRECURSORY RAW MATERIAL MIXTURE FILM DEPOSITION METHOD AND FORMATION OF STRUCTURE

### Representative drawing

(57) Abstract:

**PURPOSE:** Provided is a precursory raw material mixture which is useful for CVD and ALD. Also, provided are a method for growing a film by using the same and a method for forming an electronic device having the same film incorporated therein.



CONSTITUTION: At least one precursory compound containing a metallic element such as Li contains at least one precursory material inclusive of a compound such as a hydride, and is dissolved, emulsified or floated into an inert solution of aliphatic hydrocarbon or the like. The precursory raw material mixture is a solution, an emulsion or a suspension and is composed of a mixture

of a solid phase, a liquid phase and a vapor phase which are dispersed over the whole mixture.

© KIPO 2002

if display of image is failed, press (F5)

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
C07F 17/00

(11) 공개번호 특2001-0098415  
(43) 공개일자 2001년 11월 08일

(21) 출원번호 10-2001-0014379  
(22) 출원일자 2001년 03월 20일

(30) 우선권주장 09/553,997 2000년 04월 20일 미국(US)  
(71) 출원인 인터내셔널 비지네스 머신즈 코포레이션  
미국 10504 뉴욕주 아몬크  
(72) 발명자 부캐넌더글러스  
미국 뉴욕주 10567 콜랜트매너이스트코스웨이 10  
뉴메이어데보라앤  
미국 코넥티컷주 06811 맨버리 오크레이인 3  
(74) 대리인 김창세, 장성구

실사청구 : 있음

(54) 전구체 소스 혼합물, 필름의 침착 방법 및 구조체의 제조방법

요약

본 발명은 지방족 탄화수소, 방향족 탄화수소, 알콜, 에테르, 알데하이드, 케톤, 산, 페놀, 에스테르, 아민, 알킬니트릴, 할로겐화 탄화수소, 실릴화 탄화수소, 티오에테르, 아민, 시아네이트, 이소시아네이트, 티오시아네이트, 실리콘 오일, 니트로알킬, 알킬니트레이트 및 이들의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택된 불활성 액체에 용해되거나 유화되거나 혼탁되고, 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴 및 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체로 구성된 군으로부터 선택된 하나 이상의 리간드가 결합된, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ti, Zr, Hf, Sc, Y, La, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, P, Sb 및 Bi로 구성된 군으로부터 선택된 원소로 이루어진 하나 이상의 전구체를 포함하는, 필름의 CVD 및 ALD에 유용한 전구체 소스 혼합물에 관한 것이다. 전구체 소스 혼합물은 용액, 유화액 또는 혼탁액일 수 있고, 혼합물을 통해 분포된 고상, 액상 및 기상의 혼합물로 구성될 수 있다.

대표도

도 1

영세서

도면의 간단한 설명

도 1은 단일 기판 상에 p형 전기장 효과 트랜지스터(PFET) 및 n형 전기장 효과 트랜지스터(NFET)를 둘다 갖는 집적 회로의 단면도를 도시한 것이다.

도 2는 집적 회로 커패시터의 단면도를 도시한 것이다.

도 3a 및 3b는 집적 회로 배선 구조체의 단면도를 도시한 것이다.

도 4는 트랜지스터의 단면도를 도시한 것이다.

도 5 내지 12는 트랜지스터 제조 단계의 단면도를 도시한 것이다.

도 13은 트랜지스터의 단면도를 도시한 것이다.

도 14 내지 23은 트랜지스터 제조 단계의 단면도를 도시한 것이다.

도 24 내지 28은 스택 커패시터 제조 단계의 단면도를 도시한 것이다.

도 29는 필름 또는 피복물의 화학적 증착 또는 원자층 침착을 위한 전달 시스템을 개략적으로 나타낸 것이다.

도 30은 트렌치 커패시터의 단면도를 도시한 것이다.

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 침착 방법, 및 보다 특별하게는 화학적 침착(CVD) 및 원자층 침착(ALD) 공정에 유용한 전구체 소스 혼합물에 관한 것이다. 본 발명은 또한 본 발명의 전구체 소스 혼합물로부터 침착된 하나 이상의 필름, 층 또는 피복물을 함유하는 전자 디바이스의 제조 방법에 관한 것이다.

성능을 개선시키기 위해 반도체 디바이스의 치수가 축소되면서, 필름의 두께를 더 얇고 균일한 치수로 조절해야 할 필요성이 증가하고 있다. 인접한 디바이스와의 중첩을 최소화하기 위해 치수가 축소되므로 두께 균일성은 중요하다. 균일성의 개선은 얇은(0.25 마이크론) 소스/드레인 확산을 사용하는 최근의 기술에서 특히 중요하다. 얇은 확산은 산화물을 통한 주입에 의해 얻어질 수 있기 때문에, 이러한 산화물 두께에서의 불균일성은 소스/드레인 확산 깊이를 불균일하게 하여 디바이스 성능을 손상시킨다. 개선된 두께 균일성은 또한 필름 균일성에 직접적으로 의존하는 오버-에칭(over-etching)을 최소화하기 위해 에칭 동안 중요하다.

반도체 용도를 위해 CVD 또는 ALD에 의해 침착된 대부분의 필름은 필름에 균일한 전구체 유동을 전달하기 위해 일정하게 되는 전구체의 증기압에 따라 승온에서 순수한(즉, 용매가 없는) 전구체를 통해 발포된 캐리어 가스를 이용한 버블러 기법을 사용하여 성장된다. 그러나, 증기압은 온도에 직접적으로 관련되기 때문에, 통상적인 버블러 기법은 실행 동안 또는 실행에서 실행까지 최소의 변화를 가지면서 버블러 온도를 유지시킬 필요가 있는 결점을 발생시킨다. 전구체 유동의 불안정은 필름 성장 속도를 변화시키는 것으로 알려져 있다. 고체 화합물을은 소결되고 시간에 따라 표면적을 변화시켜 실행에서 실행까지 필름 성장 속도를 불균일하게 한다. 소결은 액체 전구체의 경우 문제점이 아니라 시간에 따라 액체 전구체는 전구체에 위치하는 열 부하 및 열 사이클로부터 손상될 수 있다. 또한, 승온에서 분해 과정이 촉진된다. 통상적인 버블러에서의 기화 동안 전구체의 열 사이클 및 승온은 시간에 따라 전구체의 조기 손상의 원인이 될 수 있다. 전구체는 리간드 재배치, 클러스터 형성 또는 산화에 의해 이들의 화학적 상태를 변화시킬 수 있다. 전구체는 전구체, 공기 누출물, 또는 버블러 벽에 흡착된 물 및 산소를 통해 발포된 부적당하게 정제된 캐리어 가스를 통해 버블러 내로 우연히 도입된 물 또는 산소와 반응할 수 있다.

전형적으로 통상적인 버블러 기법에 사용되고 상기 나열된 결점이 있는 전구체의 예는 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 앤미드, 포스파이드, 니트레이트, 할라이드, 알콕사이드, 실록사이드 및 실릴을 포함한다. 알킬아민과 같은 열불안정성 하이드라이드는 이들의 고반응성이 일반적으로 낮은 열 가공 온도 및 감소된 불순물 혼입으로 인식되기 때문에 CVD 및 ALD에 특히 유리하다. 불행하게도, 알킬아민 알란은 보관, 전달 및 기화 동안 불안정하여 생성된 필름에서 재생성을 불량하게 하는 것으로 알려져 있다. 트리에틸아민 알란, 트리에틸아민 알란 및 디에틸에틸아민 알란과 같은 일킬아민 알란은 보관 및 CVD 반응기로의 전달 동안 40°C보다 높은 온도에서 분해되는 것으로 알려져 있다. 분해를 최소화하기 위해 실온 이하의 온도에서 전구체를 보관하는 것에 주의해야 한다. 따라서, 전달 및 기화 온도는 전구체의 열분해에 의해 제한된다[참조: Dario M. Frigo, and Gerbrand J.M. van Eijden, Chemistry of Materials, 1994, 6, 190-195 및 C.E. Chryssou and C.W. Pitt, Applied Physics A Materials Science and Processing, vol. 65, 1997, 469-475].

열불안정성 전구체의 다른 예는 70°C 정도의 온도에서  $\text{PEt}_3$ 의 손실로 분해되는 것으로 알려져 있는 (사이클로펜타디에닐)Cu( $\text{PEt}_3$ )과 같은 Cu(I) 화합물이다. 다른 예는 트리에틸인듐 및 트리에틸인듐과 같은 알킬을 포함한다. 트리에틸인듐은 액체이고, 버블러에서 실온에서 분해되는 것으로 알려져 있다. 트리에틸인듐은 실온에서 고체이고, 시간에 따라 유효 증기압의 변화가 관찰되어 성장 결과의 바람직하지 않은 불균일성 및 비재생성을 일으킨다[참조: G.B. Stringfellow, Organometallic Vapor-Phase Epitaxy: Theory and Practice(San Diego, CA: Academic Press, 1989)].

다른 예는 리간드 재배치, 가수분해, 올리고머화, 고리 형성, 클러스터 형성 및/또는 시간에 따른 산화에 의해 이들의 화학적 상태를 변화시키는 것으로 알려져 있는 알콕사이드를 포함한다. 통상적인 버블러 기법에서 일어나는 승온에서, 이를 분해 과정은 촉진된다. 또한, 알콕사이드는 전구체, 공기 누출물, 또는 버블러 벽에 흡착된 물 및 산소를 통해 발포된 부적당하게 정제된 캐리어 가스를 통해 버블러 내로 우연히 도입된 물 또는 산소 불순물에 특히 민감하다. 가수분해 반응이 일어날 수 있고, 이러한 반응은 통상적인 버블러 기법에서 일반적으로 일어나는 승온에서 촉진된다. 알콕사이드는 또한 시간에 따라 내부전환되어 증기압을 변화시키는 다수의 이성질체 형태로 존재할 수 있다. 예를 들면, 알루미늄 이소프록사이드는 이성질체 사이에서 느린 내부전환 속도로 다수의 이성질체 형태로 존재한다. 이들 이성질체의 증기압은 다양하게 변화하여 통상적인 버블러 기법을 사용하여 이 화합물로부터 성장된  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 침착 속도를 조절하는 것을 어렵게 한다[참조: R.G. Grodon, K. Kramer, X. Liu, MRS Symp Proc. Vol. 446, 1997, p.383].

다른 예는 알콕사이드와 유사하게 거동하는 앤미드를 포함하며, 이것은 리간드 재배치, 가수분해, 산화, 올리고머화 및 고리 형성이 쉽고 여러 내부전환은 이성질체 형태로 존재하여 시간에 따라 증기압을 재생할 수 있게 된다. 다른 예는 티탄 니트레이트, 지르코늄 니트레이트 및 갈륨 니트레이트과 같은 무수 금속 니트레이트를 포함한다. 이를 학체는 공기 및 물에 대해 민감하고 100°C 주위의 온도에서 분해되는 것으로 알려져 있다.  $\text{VO}(\text{NO}_3)_3$  및  $\text{CrO}_2(\text{NO}_3)_2$ 와 같은 금속 옥소-니트레이트는 공기 및 물에 대해 민감할 뿐만 아니라 강광성이고 0°C에서 보관되어야 한다. 이것은 예를 들면 문헌[D.G. Colombo, D.C. Gilmer, V.G. Young, S.A. Campbell and W.L. Gladfelter Chem. Vap. Dep. 1998, 4, No.6, 1998 P.220]

에 개시되어 있다.

CVD 성장을 위한 용액에 용해된  $\beta$ -디케토네이트 함유 전구체의 용도는 이전에 기술되었다. 미국 특허 제 5,204,314 호, 제 5,225,561 호, 제 5,280,012 호, 제 5,453,494 호 및 제 5,919,522 호는 하나 이상의  $\beta$ -디케토네이트 리간드 또는  $\beta$ -디케토네이트 유도체에 결합된 Ca, Sr 또는 Ba 핵체를 함유하는 용액을 사용하는 Ca, Sr 또는 Ba 함유 필름의 성장을 개시하고 있다. 미국 특허 제 5,555,154 호는 테트라하이드로푸란 중의 Pb, Zr 및 Ti 디피발로일메타네이트를 함유하는 용액을 사용하는 화학적 증착에 의한  $PbZrTiO_3$ 의 성장을 개시하고 있다. 미국 특허 제 5,667,002 호 및 제 5,679,815 호는 하나 이상의  $\beta$ -디케토네이트 리간드 또는  $\beta$ -디케토네이트 유도체에 결합된 Nb 및 Ta의 용액을 사용하는 탄탈 및 니오븀 함유 필름의 성장을 개시하고 있다. 미국 특허 제 5,698,022 호는 용매 중에 란탄계 금속  $\beta$ -디케토네이트 및 인 함유 리간드로 이루어진 전구체 화합물을 포함하는 란탄계 금속/산화 인 필름의 화학적 증착에 유용한 전구체 조성을 교시하고 있다. 미국 특허 제 5,783,716 호는 하나 이상의  $\beta$ -디케토네이트 리간드 또는  $\beta$ -디케토네이트 유도체에 결합된 Pt 핵체를 함유하는 용액을 사용하는 CVD에 의한 Pt의 성장을 교시하고 있다. 미국 특허 제 5,820,664 호는 하나 이상의  $\beta$ -디케토네이트 리간드 또는  $\beta$ -디케토네이트 유도체에 배위 결합된 금속 배위 핵체를 포함하는 화학적 증착에 유용한 금속 소스 시약 액체 용액을 교시하고 있다. 미국 특허 제 5,900,279 호는 핵체의 리간드 중 하나에 용해된  $\beta$ -디케토네이트 함유 전구체로 이루어진 용액을 교시하고 있다. 미국 특허 제 5,916,359 호는 2종의 삼이한  $C_6-C_{12}$  알칸 및 글리세리드 용매 또는 폴리아민의 3성분 용액에 용해된 Sr, Bi, Ta  $\beta$ -디케토네이트 함유 전구체로 구성된 전구체 조성을 사용하는 CVD에 의한  $SrBi_2Ta_2O_9$ 의 성장을 개시하고 있다. 미국 특허 제 5,980,983 호는 금속 함유 필름의 침착을 위한 금속  $\beta$ -디케토네이트의 혼합물의 용도를 교시하고 있다.  $\beta$ -디케토네이트 전구체의 많은 개시에도 불구하고,  $\beta$ -디케토네이트 함유 전구체는 핵체 분해 경로를 가져서 실질적인 양의 탄소 또는 다른 바라지 않는 불순물이 생성된 필름에 혼입될 수 있는 것으로 알려져 있다.

미국 특허 제 5,900,279 호는 필수적으로 금속 유기 화합물의 리간드로 구성된 리간드에 첨가된 금속 유기 화합물로 이루어진 CVD에 유용한 용액을 교시하고 있다. 예를 들면, M( $\beta$ -디케토네이트)를  $\beta$ -디케토네이트에 용해시킨 것이다. 이 문현은 필름을 형성하기 위해 전구체의 분해 동안 존재하는 과량의 리간드를 갖는 결정을 갖는다. 리간드 용매는 전구체 또는 전구체 분해 단편으로서 동일한 분해 경로를 갖기 쉽고 따라서 기상에서 또는 필름 표면에서 전구체의 분해를 방해할 수 있다. 기화된 전구체와 부분적으로 분해된 전구체 및 기화된 리간드 용매와 그의 분해 부산물 사이의 기상 반응은 일어나기 쉽고 전구체의 휘발성 및 기화 및 반응기에서 미립자의 형성을 감소시키고 따라서 성장 속도를 재생시킬 수 있다.

종래의 침착 방법에서의 단점을 고려할 때, 신규하고 개선된 전구체 소스 혼합물이 여러 전자 디바이스에서 사용될 수 있는 쉽게 침착된 층 또는 필름을 형성하는데 사용되는 침착 방법을 개발하고자 하는 필요성이 계속되고 있다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 전구체 소스 혼합물의 목적은 여러 전자 디바이스에서 사용될 수 있는 얇은 침착층 또는 필름을 형성하는데 사용하는 것이다.

#### 발명의 구성 및 작용

본 발명은 CVD 및 ALD 용도에 유용한 전구체 소스 혼합물, 본 발명의 전구체 소스 혼합물을 사용하는 필름(뿐만 아니라 층, 피복물 및 다중층)의 성장 방법, 및 본 발명의 방법에 의해 침착된 필름을 혼입하는 전자 디바이스의 제조 방법에 관한 것이다. 본 발명에서 제조될 수 있는 적합한 전자 디바이스는 트랜지스터, 커패시터, 다이오드, 저항기, 스위치, 발광 다이오드, 레이저, 배선 구조체, 상호접속 구조체 또는 본 발명의 필름이 혼입될 수 있는 기타 구조체를 포함하나 이에 제한되지 않는다.

구체적으로는, 본 발명의 전구체 소스 혼합물은 지방족 탄화수소, 방향족 탄화수소, 알콜, 에테르, 알데하이드, 케톤, 산, 페놀, 에스테르, 아민, 일킬니트릴, 할로겐화 탄화수소, 실릴화 탄화수소, 티오에테르, 아민, 시아네이트, 이소시아네이트, 티오시아네이트, 실리콘 오일, 니트로알킬, 알킬니트레이트 및 이들의 혼합물을 구성된 군으로부터 선택된 불활성 액체에 용해되거나 유화되거나 혼탁되고, 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알록시, 실록시, 실릴 및 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체로 구성된 군으로부터 선택된 하나 이상의 리간드가 결합된 Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ti, Zr, Hf, Sc, Y, La, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Ti, Si, Ge, Sn, Pb, As, P, Sb 및 Bi로 구성된 군으로부터 선택된 원소로 이루어진 하나 이상의 전구체를 포함한다. 전구체 소스 혼합물은 용액, 유화액 또는 혼탁액일 수 있고, 혼합물을 통해 분포된 고상, 액상 및 기상의 혼합물로 구성될 수 있다.

본 발명은 또한 본 발명의 전구체 소스 혼합물을 사용하여 기판 상에 필름을 성장시키는 CVD 또는 ALD 방법에 관한 것이다. 필름의 형성 방법은 전구체 소스 혼합물에서 전구체를 기화시키는 것 및 기화된 전구체의 성분을 기판에 침착시켜 필름을 형성하는 것을 포함한다. 하나의 양상에서, 불활성 액체는 전구체와 함께 기화할 수도 있고 기화하지 않을 수 있다. 이 양태에서, 불활성 액체는 전구체와 함께 기화한다. 본 발명의 다른 양태에서, 불활성 액체는 기화하지 않고, 액체 형태로 반응기로부터 전환된다.

본 발명의 다른 양상은 본 발명의 방법에 의해 침착된 하나 이상의 층을 훈입시켜 다중층 구조체를 제조하는 것에 관한 것이다.

본 발명의 추가의 양상은 하나 이상의 성분이 본 발명의 전구체 소스 훈합물로부터 유도되는 다성분 필름의 제조에 관한 것이다.

본 발명의 추가의 양상은 다음을 포함한다:

- 본 발명의 방법에 의해 침착된 필름을 훈입시켜 전자 구조체를 제조하는 것;
- 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 방법에 의해 침착된 필름을 훈입시켜 단일 기판 상에 형성된 n형 전기장 효과 트랜지스터(NFET) 및 p형 전기장 효과 트랜지스터(PFET) 둘 다를 함유하는 상보 금속 산화물 반도체(CMOS) 집적 회로 논리 디바이스를 제조하는 것;
- 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 의해 침착된 필름을 훈입시켜 집적 회로 커패시터를 제조하는 것; 및
- 도 3b에 도시된 바와 같이, 본 발명에 의해 침착된 필름을 훈입시켜 집적 회로 배선 구조체를 제조하는 것.

상기 나타난 바와 같이, 본 발명은 (i) 하나 이상의 본 발명의 전구체 및 (ii) 불활성 액체를 포함하는 CVD 또는 ALD에 유용한 전구체 소스 훈합물에 관한 것이다.

전구체는 하이드라이드(H), 알킬(CR<sub>3</sub>), 알케닐(CRCR<sub>2</sub>), 사이클로알케닐, 아릴, 알킨(CCR), 카보닐(CO), 아미도(NR<sub>2</sub>), 이미도(NR), 하이드라지도(NRNR<sub>2</sub>), 포스피도(PR<sub>2</sub>), 니트로실(NO), 니트로일(NO<sub>2</sub>), 니트레이트(NO<sub>3</sub>), 니트릴(RCN), 이소니트릴(RNC), 할라이드(F, Cl, Br 또는 I), 아자이드(N<sub>3</sub>), 알콕시(OR), 실록시(OSiR<sub>3</sub>), 실릴(SiR<sub>3</sub>) 및 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체로 구성된 군으로부터 선택된 하나 이상의 리간드가 결합된, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ti, Zr, Hf, Sc, Y, La, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, P, Sb 및 Bi로 구성된 군으로부터 선택된 원소를 함유하는 임의의 화합물로서 정의되고, 전구체는 기화기로 전달될 때 기체 형태로 쉽게 전환된다. 리간드의 할로겐화 유도체는 H 치환체(들)가 F, Cl, Br 및 I로 구성된 군으로부터 선택된 할로겐으로 대체된 것으로서 정의된다. 리간드의 살포화 유도체는 O 치환체(들)가 S로 대체된 것으로서 정의된다. 리간드의 실릴화 유도체는 C 치환체(들)가 Si로 대체된 것으로서 정의된다.

본 발명의 전구체의 일반식은 하기 화학식 1이다:

#### 화학식 1



상기 식에서,

M은 Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ti, Zr, Hf, Sc, Y, La, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, P, Sb 및 Bi로 구성된 군으로부터 선택된 원소이고;

R<sup>1</sup> 및 R<sup>2</sup>는 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴 및 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체로 구성된 군으로부터 선택된 동일하거나 상이한 리간드이고;

A는 포스핀(R<sub>3</sub>P), 포스파이트((RO)<sub>3</sub>P), 아민(R<sub>3</sub>N), 아르신(R<sub>3</sub>As), 스티벤(R<sub>3</sub>Sb), 에테르(R<sub>2</sub>O), 살파이드(RS), 니트릴(RCN), 이소니트릴(RNC), 알켄, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클(macrocycle), 시프 염기(schiff base), 사이클로알켄, 알콜(ROH), 포스핀 옥사이드(R<sub>3</sub>PO), 알킬리덴, 니트라이트, 알킨 및 물로 구성된 군으로부터 선택된 임의적으로 배위 결합되거나 연결된 리간드이고;

x는 1 이상이고;

x+y는 M의 원자가와 동일하고;

y는 0 이상이고;

z는 0 이상이다.

본 발명의 바람직한 전구체는 쉽게 기화되는 화합물이다. 구체적으로는, 바람직한 전구체는 디메틸-, 디에틸- 또는 디이소부틸-B, Al, Ga, In, As 또는 Sb 하이드라이드; Me<sub>2</sub>AlH(NEtMe<sub>2</sub>); 3급-부틸아르신; (Me<sub>3</sub>N)AlH<sub>3</sub>; (EtMe<sub>2</sub>N)AlH<sub>3</sub>; (Et<sub>3</sub>N)AlH<sub>3</sub>; CpWH<sub>2</sub>; Cp<sub>2</sub>MoH<sub>2</sub>; 트리메틸-, 트리에틸-, 트리이소부틸-, 트리-n-프로필-, 트리-이소프로필-, 트리-n-부틸-, 트리네오펜틸- 또는 에틸디메틸-B, Al, Ga, In, As 또는 Sb; 테트라메틸-, 테트라에틸-, 테트라페닐- 또는 테트라-n-부틸-Si, Ge, Sn 또는 Pb; 디메틸-, 디에틸- 또는 디이소부틸-B, Al, Ga, In, As 또는 Sb 하이드라이드, 클로라이드, 플루오라이드, 브로마이드, 요오다이드, Cp, 아미드, 디메틸아미드 또는 아자이드; 트리에틸-, 트리이소부틸-, 트리-n-프로필-, 트리-이소프로필-, 트리-n-부틸- 또는 에틸디메틸-B, Al, Ga, In, As 또는 Sb 트리메틸아민, 디에틸메틸아민, 디메틸에틸아민 또는 트리에틸아민; 디메틸- 또는 디에틸-Zn, Cd 또는 Hg; (네오펜틸)<sub>4</sub>Cr; Et<sub>3</sub>Pb(네오펜틸)

특시);  $Cp_2Me_2Zr$ ;  $(MeNC)_2PtMe_2$ ;  $CpIr(C_2H_4)_2$ ; 비스 $Cp$ - $Co$ ,  $Mo$ ,  $Fe$ ,  $Mn$ ,  $Ni$ ,  $Ru$ ,  $V$ ,  $Os$ ,  $Mg$  또는  $Cr$ ; 비스에틸벤젠-, 비스벤젠- $Co$ ,  $Mo$  또는  $Cr$ ; 트리페닐- $Bi$ ,  $Sb$  또는  $As$ ; 트리비닐붕소; 트리스 $Cp$ - $Sc$ ,  $Y$ ,  $La$ ,  $Ce$ ,  $Pr$ ,  $Nd$ ,  $Sm$ ,  $Eu$ ,  $Gd$ ,  $Tb$ ,  $D$ ,  $Ho$ ,  $Er$ ,  $Tm$ ,  $Yb$  또는  $Lu$ ; 트리스알릴이리듐;  $CpCr(CO)_2$ ;  $Cp_2ZrMe_2$ ;  $CpCuPEt_2$ ;  $Et_2CpCuPEt_3$ ;  $CpIn$ ;  $CpIr$ (사이클로옥타디엔);  $CpPd$ (알릴);  $CpGaMe_2$ ;  $CpGaEt_2$ ; (사이클로헥사디엔) $FeCO_3$ ; (사이클로옥타테트라엔) $FeCO_3$ ; 에틸페로센;  $CpMn(CO)_3$ ; (사이클로헵타트리엔) $Mo(CO)_3$ ;  $NdCp_3$ ;  $SmCp_3$ ;  $ScCp_3$ ;  $TbCp_3$ ;  $TICp$ ;  $TmCp_3$ ;  $CpWH_2$ ; (메시틸렌) $W(CO)_3$ ;  $CpRe(CO)_3$ ;  $CpRh(CO)_2$ ;  $Ir$ (알릴) $_3$ ;  $Pt$ (알릴) $_2$ ;  $CpIr$ (사이클로옥타디온); [ $Ir(OMe)$ (사이클로옥타디온)] $_2$ ;  $Ru$ (사이클로옥타디온)(알릴) $_2$ ;  $Ru_3(CO)_12$ ;  $Fe(CO)_5$ ;  $Co_2(Co)_8$ ;  $Ru(CO)_3(1,3\text{-사이클로헥사디엔})$ ;  $Os_3(CO)_12$ ;  $Cr(CO)_6$ ;  $Cp(CO)_2$ ;  $Mn_2(CO)_{10}$ ;  $CpMn(CO)_3$ ;  $Mo(CO)_6$ ;  $Ni(CO)_4$ ;  $Re_2(CO)_{10}$ ;  $CpRe(CO)_3$ ;  $CpRh(CO)_2$ ;  $Ru_3(CO)_{12}$ ;  $W(CO)_6$ ;  $CpV(CO)_4$ ;  $CF_3Co(CO)_4$ ;  $Pt(CO)_2$ (사이클로옥타디온);  $Ir(CO)_2$ (사이클로옥타디온); ( $CO)_4Fe[P(OCH_3)_3]$ ; ( $CO)_4Fe[N(CH_3)_3]$ ;  $CoNO(CO)_3$ ; 부록시,  $OCH(CF_3)_2$ ,  $OCMe(CF_3)_2$ ,  $OSi(CH_3)_3$ ,  $OC(CH_3)_3$ ,  $OC(SiMe_3)_3$  또는  $OC(CF_3)_3$ ;  $Li$ ,  $Na$ ,  $K$ ,  $Rb$ ,  $Cs$ ,  $Fr$ ,  $Cu$ ,  $Ag$ ,  $Au$ ,  $Hg$  또는  $Tl$ ; 테트라-메톡시, 테트라-에톡시, 테트라-이소프로록시, 테트라-부록시, 테트라-이소부록시, 테트라-3급-부록시,  $OCH(CF_3)_2$ ,  $OCMe_2(CF_3)_2$ ,  $OCMe(CF_3)_2$ ,  $OC(CH_3)_3$ ,  $OC(SiMe_3)_3$  또는  $OSi(CH_3)_3$ ;  $Si$ ,  $Ge$ ,  $Sn$ ,  $Pb$ ,  $Ti$ ,  $Zr$  또는  $Hf$ ;  $VO$ (이소프로록시) $_3$ , 트리이소프로록시, 트리-2급-부록시, 트리-n-부록시, 트리-이소-부록시, 트리-메톡시, 트리-에톡시, ( $OCH(CF_3)_2$ ) $_3$ , ( $OCMe_2(CF_3)_2$ ) $_3$ , ( $OC(CH_3)_3$ ) $_3$ , ( $OC(SiMe_3)_3$ ) $_3$ , ( $OC(CF_3)_3$ ) $_3$  또는 ( $OSi(CH_3)_3$ ) $_3$ ;  $B$ ,  $Al$ ,  $Ga$ ,  $In$ ,  $P$ ,  $As$  또는  $Sb$ ;  $Et_3Pb$ (이소프로록사이드); (3급-부록시) $CuPMe_3$ ; 테트라카이스(디메틸아미노), 테트라카이스(디에틸아미노)  $Ti$ ,  $Zr$ ,  $Hf$ ,  $Si$ ,  $Ge$ ,  $Sn$  또는  $Pb$ ; 디에틸아미노디에틸아르신; 디에틸아미노아르신 디클로라이드; 비스디에틸아미노아르신 클로라이드;  $Me_2Zn$ (트리에틸아민) $_2$ ; 디에틸아미노디메틸스탄; 트리스(디메틸아미노)포스핀; 트리스(디메틸아미노)안티온; 트리스(디메틸아미노)아르신; 트리스(디메틸아미노)스타벤; 트리스-비스(트리메틸실릴)에르븀 아미드; 비스(디메틸아미노)(트리메틸에틸렌디아미노)알루미늄; ( $CO)_4Fe[N(CH_3)_3]$ ;  $Li$ ,  $Na$  또는  $K$   $N(SiMe_3)$ , 펜타디메틸아미노탄탈; 디에틸아미노디메틸주석; 헥사디메틸아미노디텅스텐; 트리스디메틸아미노(트리메틸에틸렌디아미노)티탄;  $CpCu$ (트리페닐포스핀); (3급-부록시) $CuPMe_3$ ;  $Pt(PF_3)_4$ ;  $Ni(PF_3)_4$ ;  $Cr(PF_3)_6$ ; ( $Et_3P$ ) $_3Mo(CO)_3$ ;  $Ir(PF_3)_4$ ;  $Ti(NO_3)_4$ ;  $Zr(NO_3)_4$ ;  $Hf(NO_3)_4$ ;  $Si(CH_3)_3(NO_3)$ ;  $RuNO(NO_3)_3$ ; 갈륨 니트레이트;  $Sn(NO_3)_4$ ;  $Co(NO_3)_3$ ;  $VO(NO_3)_3$ ;  $CrO_2(NO_3)_2$ ;  $TiCl_4$ ;  $HfCl_4$ ;  $ZrCl_4$ ;  $ZnCl_2$ ;  $AlCl_3$ ;  $SiCl_4$ ;  $GaCl_3$ ;  $SnCl_4$ ;  $CoCl_3$ ; 디메틸-, 디에틸- 또는 디이소부틸- $Al$ ,  $B$ ,  $Ge$ ,  $Si$  또는  $As$  할라이드;  $N(SiMe_3)_2$   $Li$ ,  $Na$  또는  $K$ ;  $B(CH_2SiMe_3)_3$ ;  $\{(Me_3Si)_2N\}_3$ - $B$ ,  $Al$ ,  $Ga$  또는  $In$ ;  $(Me_3SiCH_2)_4$ - $Ti$ ,  $Zr$  또는  $Hf$ ; 또는  $\{(Me_3Si)_2N\}_2$ - $Zn$ ,  $Cd$  또는  $Hg$ 이고, 여기서  $Cp$ 는 사이클로펜타디에닐이거나 H 치환체(들)가 메틸, 에틸, 이소프로필, n-부틸, 2급-부틸, 3급-부틸, 트리메틸실릴 등으로 대체된 치환되는 것이 고려된 사이클로펜타디에닐이다.

불활성 액체는 보관 및 전구체의 기화 동안 본 발명의 전구체와 접촉할 때 분해되지 않는 임의의 액체로서 정의된다. 보다 구체적으로는, 전구체 소스 혼합물을에서 사용되는 불활성 액체는 지방족 탄화수소, 방향족 탄화수소, 알콜, 에테르, 알데하이드, 케톤, 산, 페놀, 에스테르, 아민, 알킬니트릴, 할로겐화탄화수소, 실릴화 탄화수소, 티오에테르, 아민, 시아네이트, 이소시아네이트, 티오시아네이트, 실리콘오일, 니트로알킬, 알킬니트레이트 및/또는 이를 중 하나 이상의 혼합물을로 구성된 군으로부터 선택된다. 바람직하게는, 불활성 액체는 필수적으로  $C_5$ - $C_{12}$  일간으로 이루어진다. '필수적으로 이루어진'이란 본 발명에서 70 내지 100 부피%로서 정의된다. 선택적인 첨가제는 불활성 기체의 30 부피% 이하로 존재할 수 있다.

불활성 액체의 선택은 다음의 기준을 기초로 한다: 전구체와 접촉할 때 또는 전구체의 기화 동안 분해되지 않고 성장하는 필름 표면에서 역으로 흡착하여 생성된 필름에서 바라지 않는 불순물을 흡입시키지 않으면서 반응기의 고온 대역을 통과하는 충분한 불활성.

본 발명의 전구체 소스 혼합물은 용액, 유화액 또는 혼탁액일 수 있고, 혼합물을 통해 분포된 고상, 액상 및 기상의 혼합물을로 구성될 수 있다.

본 발명의 전구체 소스 혼합물은 최근에 사용되는 임의의 전달 수단을 갖는 임의의 CVD 또는 ALD 방법에서 사용될 수 있다. 따라서, 본 발명은 특정한 CVD 또는 ALD 장치 또는 임의의 전달 시스템으로 제한되지 않는다. 화학적 증착(CVD)은 다수의 시약을 동시에 반응기 내로 도입하는 것으로 정의된다. 원자층증착(ALD)은 다수의 시약을 순차적으로 반응기 내로 도입하는 것으로 정의되며, 원자층 에피택시, 디지털화학적 증착, 필스화된 화학적 증착 및 기타 방법을 포함하나 이에 제한되지 않는다.

본 발명에 따라, 필름은 임의의 CVD 또는 ALD 방법에서 본 발명의 전구체 소스 혼합물을 사용하여 기판상에서 형성된다. 필름은 전구체 소스 혼합물에서 전구체를 기화시킨 후 기화된 전구체의 성분을 기판상에 침착시킴으로써 형성된다. 이 양상에서, 불활성 액체는 전구체와 함께 공기화될 수 있거나 공기화될 수 없다. 본 발명의 하나의 양태에서, 불활성 액체는 전구체와 함께 기화된다. 다른 양태에서, 불활성 액체는 기화되지 않고, 액체 형태로 반응로부터 전환된다.

필름을 형성하는 것 외에, 전구체 소스 혼합물은 하나 이상의 본 발명의 필름층을 흡입시키는 다중층 구조체의 제조, 또는 하나 이상의 성분이 본 발명의 방법의 전구체 소스 혼합물로부터 유도된 다성분 필름의 제조에서 사용될 수 있다.

본 발명의 전구체 소스 혼합물은 본 발명의 방법에 의해 침착된 필름을 흡입시키는 구조체, 즉 전자 디바이스 구조체의 제조에서 사용될 수 있다. '전자 디바이스 구조체'란 용어는 본 발명에서 트랜지스터, 커패시터, 다이오드, 저항기, 스위치, 발광 다이오드, 레이저, 배선 구조체 또는 상호접속 구조체를 나타내는데 사용된다.

더구나, 전구체 소스 혼합물을 상보 금속 산화물 반도체(CMOS) 집적 회로 논리 디바이스의 제조에 사용될 수 있다. 보다 구체적으로는, 본 발명은 단일 기판 상에 형성된 n형 전기장 효과 트랜지스터(NFET) 및 p형 전기장 효과 트랜지스터(PFET)를 다룰 경우하는 CMOS 집적 회로의 제조에 관한 것이다. 도 1에도 시된 바와 같이, NFET 디바이스(11)는 기판(10)의 p형 전도성 영역(13)에 형성되고, 게이트 유전체(15)에 형성된 게이트 전극(14) 및 게이트 전극(14)의 측방향으로 마주하는 면에 형성된 한 쌍의 n형 소스/드레인 영역(16)을 함유한다. 유사하게, PFET 디바이스(17)는 기판(10)의 n형 전도성 영역(18)에 형성되고, 게이트 유전체(15)에 형성된 게이트 전극(19) 및 게이트 전극(19)의 마주하는 측벽을 따라 형성된 한 쌍의 p형 전도성 소스/드레인 영역(20)을 함유한다. NFET 및 PFET 디바이스는 얇은 트렌치 격리부(21) 및 스페이서(22)에 의해 격리된다. 본 발명의 이 양상에서, 게이트 전극(14), 게이트 전극(19) 및/또는 게이트 유전체(15) 및/또는 스페이서(22)를 포함하는 하나 이상의 트랜지스터 성분은 본 발명의 방법에 의해 침착된다.

본 발명의 전구체 소스 혼합물을 집적 회로 커패시터의 제조에 사용될 수 있다. 도 2에서 도시된 바와 같이, 전형적인 커패시터는 기판(30)에 형성되고, 플러그(31)에 의해 트랜지스터에 접속되고, 장벽(32)을 갖고, 하부 전극(33), 강유전성일 수 있거나 아닐 수 있는 유전성 물질(34) 및 상부 전극(35)으로 구성된다. 본 발명의 이 양상에서, 플러그(31), 장벽(32), 하부 전극(33), 유전성 물질(34) 및/또는 상부 전극(35)을 포함하는 하나 이상의 커패시터 성분은 본 발명의 방법에 의해 침착된다. 커패시터는 스택 또는 트렌치일 수 있다.

전구체 소스 혼합물을 또한 집적 회로 배선 구조체의 제조에 사용될 수 있다. 도 3a에 도시된 바와 같이, 전형적인 배선 구조체는 트렌치(41) 및 비아(42)를 유전층(43) 내로 에칭시켜 형성된다. 유전층(43) 밑에는 금속 박막 와이어(44) 및 배선층의 유전층(45)이 있다. 도 3b에서, 트렌치 및 비아는 장벽 물질(46) 및 배선 금속(47)으로 총전된다. 본 발명의 이 양상에서, 유전층(43 및 45), 금속 박막 와이어(44), 장벽 물질(46) 및/또는 배선 금속(47)을 포함하는 하나 이상의 배선 구조체 성분은 본 발명의 방법에 의해 침착된다.

이중 물결무늬 구조체의 에칭된 요부를 합치 피복시키는 장벽층은 또한 본 발명의 전구체 소스 혼합물을 사용하여 제조될 수 있다.

상기 내용은 본 발명의 일반적인 기술이고, 다음의 설명은 본 발명의 구체적인 상세한 내용을 제공한다.

#### 하이드라이드 함유 화합물에 대한 전구체 소스 혼합물

하이드라이드 함유 화합물의 바람직한 전구체 소스 혼합물은 다음으로 이루어진다:

##### (i) 화학식 1의 화합물

###### 화학식 1



상기 식에서,

M은 Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb 및 Bi, 바람직하게는 B, Al, Ga, In, As, Sb, Si, Ge, Sn, Pb, Zn, Cd 및 Hg로 구성된 군으로부터 선택된 원소이고;

$R^1$ 은 하이드라이드이고;

$R^2$ 는 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라자도, 포스파도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체로 구성된 군으로부터 선택된 리간드이고,  $R^1$  및  $R^2$ 는 동일하거나 상이한 리간드일 수 있고;

A는 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리텐, 니트라이트 및 물로 구성된 군으로부터 선택된 임의적으로 배위 결합된 리간드이고;

x는 1 이상이고;

y는 0 이상이고;

z는 0 이상이고;

x+y는 M의 원자가와 동일하다.

##### (ii) 불활성 액체

불활성 액체는 지방족 탄화수소, 방향족 탄화수소, 알콜, 에테르, 알데하이드, 케톤, 산, 페놀, 에스테르, 아민, 알킬니트릴, 할로겐화 탄화수소, 실릴화 탄화수소, 티오에테르, 아민, 시아네이트, 이소시아네이트, 티오시아네이트, 실리콘 오일, 니트로알킬, 알킬니트레이트 및/또는 이들 중 하나 이상의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택된다. 바람직하게는, 불활성 액체는 필수적으로  $C_5-C_{12}$  알칸으로 이루어진다.

##### (iii) 선택적인 첨가제

보관 또는 기화 동안 분해되는 경향이 있는 불안정한 하이드라이드 함유 화합물의 경우, 추가의 비-하이드라이드 리간드가 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있다. 하이드라이드 함유 화합물의 불안정한 부가물의 경우, 추가의 부가물이 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있다. 다른 배위 화합물은 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있고, 이것은 또한 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티벤, 에테르, 설파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 피리딘, 헤테로사이클, 테트라하이드로푸란, 디메틸포름아미드, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드 또는 알킨을 포함하나 이에 제한되지 않는다. 모든 선택적인 첨가제는 불활성 액체의 30 부피% 이하를 포함한다.

하나 이상의 하이드라이드 함유 화합물을 이루어진 매우 바람직한 전구체 소스 혼합물은 필수적으로  $C_5-C_{12}$  알칸 액체로 이루어진 액체에 용해되거나 유화되거나 혼탁된 디메틸-, 디에틸- 또는 디이소부틸- $B$ ,  $Al$ ,  $Ga$ ,  $In$ ,  $As$  또는  $Sb$  하이드라이드; 3급-부틸아르신;  $CpWH_2$  또는  $Cp_2MoH_2$ 를 포함하나 이에 제한되지 않는다. 다른 바람직한 전구체 소스 혼합물은 선택적으로 아민이 첨가된(불활성 액체의 30 부피% 이하) 필수적으로  $C_5-C_{12}$  알칸 액체로 이루어진 액체에 유화되거나 혼탁된  $Me_2AlH(NEtMe_2)$ ;  $(Me_3N)AlH_3$ ;  $(EtMe_2N)AlH_3$  또는  $(Et_3N)AlH_3$ 를 포함하나 이에 제한되지 않는 하나 이상의 하이드라이드 함유 화합물로 이루어진다.

#### 알킬 함유 화합물에 대한 바람직한 전구체 소스 혼합물

알킬 함유 화합물의 바람직한 전구체 소스 혼합물은 다음으로 이루어진다:

##### (i) 화학식 1의 화합물

화학식 1



상기 식에서,

$M$ 은  $Li$ ,  $Na$ ,  $K$ ,  $Rb$ ,  $Cs$ ,  $Fr$ ,  $Be$ ,  $Mg$ ,  $Ti$ ,  $Zr$ ,  $Hf$ ,  $V$ ,  $Nb$ ,  $Ta$ ,  $Cr$ ,  $Mo$ ,  $W$ ,  $Mn$ ,  $Re$ ,  $Fe$ ,  $Ru$ ,  $Os$ ,  $Co$ ,  $Rh$ ,  $Ir$ ,  $Ni$ ,  $Pd$ ,  $Cu$ ,  $Ag$ ,  $Au$ ,  $Zn$ ,  $Cd$ ,  $Hg$ ,  $B$ ,  $Al$ ,  $In$ ,  $Tl$ ,  $Si$ ,  $Ge$ ,  $Sn$ ,  $Pb$ ,  $As$ ,  $Sb$  및  $Bi$ , 바람직하게는  $B$ ,  $Al$ ,  $Ga$ ,  $In$ ,  $As$ ,  $Sb$ ,  $Si$ ,  $Ge$ ,  $Sn$ ,  $Pb$ ,  $Zn$ ,  $Cd$  및  $Hg$ 로 구성된 군으로부터 선택된 원소이고;

$R^1$ 은  $C_1-C_8$  알킬 또는  $C_4-C_{12}$  사이클로알킬이고;

$R^2$ 는 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 설플화 또는 실릴화 유도체로 구성된 군으로부터 선택된 리간드이고,  $R^1$  및  $R^2$ 는 동일하거나 상이한 리간드일 수 있고;

$A$ 는 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티벤, 에테르, 설파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리텐, 니트라이트 및 들로 구성된 군으로부터 선택된 임의적으로 배위 결합된 리간드이고;

$x$ 는 1 이상이고;

$y$ 는 0 이상이고;

$z$ 는 0 이상이고;

$x+y$ 는  $M$ 의 원자가와 동일하다.

##### (ii) 불활성 액체

불활성 액체는 지방족 탄화수소, 방향족 탄화수소, 알콜, 에테르, 알데하이드, 케톤, 산, 페놀, 에스테르, 아민, 알킬니트릴, 할로겐화 탄화수소, 실릴화 탄화수소, 티오에테르, 아민, 시아네이트, 이소시아네이트, 티오시아네이트, 실리콘 오일, 니트로알킬, 알킬니트레이트 및/또는 이들 중 하나 이상의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택된다. 바람직하게는, 불활성 액체는 필수적으로  $C_5-C_{12}$  알칸으로 이루어진다.

##### (iii) 선택적인 첨가제

보관 또는 기화 동안 분해되는 경향이 있는 불안정한 알킬 함유 화합물의 경우, 추가의 알킬 리간드가 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있다. 알킬 함유 화합물의 불안정한 부가물의 경우, 추가의 부가물이 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있다. 다른 배위 화합물은 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있고, 이것은 또한 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티벤, 에테르, 설파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 피리딘, 헤테로사이클, 테트라하이드로푸란, 디메틸포름아미드, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드 또는 알킨을 포함하나 이에 제한되지 않는다. 모든 선택적인 첨가제는 불활성 액체의 30 부피% 이하를 포함한다.

하나 이상의 알킬 함유 화합물을 이루어진 매우 바람직한 전구체 소스 혼합물은  $C_5-C_{12}$  알칸 액체에 용해되거나 유화되거나 혼탁된 트리에틸-, 트리에틸-, 트리이소부틸-, 트리- $n$ -프로필-, 트리이소프로필-, 트리- $n$ -부틸-, 트리네오펜틸- 또는 에틸디메틸- $B$ ,  $Al$ ,  $Ga$ ,  $In$ ,  $As$  또는  $Sb$ ; 테트라메틸-, 테트라에틸-, 테

트리페닐- 또는 테트라-n-부틸-Si, Ge, Sn 또는 Pb; 디메틸-, 디에틸- 또는 디이소부틸-B, Al, Ga, In, As 또는 Sb, 하이드라이드, 클로라이드, 플루오라이드, 브로마이드, 요오다이드, Cp, 아미드, 디메틸아이드 또는 아자이드; 트리에틸-, 트리이소부틸-, 트리-n-프로필-, 트리이소프로필-, 트리-n-부틸- 또는 에틸디메틸-B, Al, Ga, In, As 또는 Sb 트리메틸아민, 디에틸메틸아민, 디메틸에틸아민 또는 트리에틸아민; 디메틸- 또는 디에틸-Zn, Cd 또는 Hg; (네오펜틸)<sub>4</sub>Cr; Et<sub>3</sub>Pb(네오펜톡시); Cp<sub>2</sub>Me<sub>2</sub>Zr; (MeNC)<sub>2</sub>PtMe<sub>2</sub>; 또는 CpIr(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)<sub>2</sub>를 포함하고, 여기서 Cp는 사이클로펜타디에닐이거나 H 치환체(들)가 메틸, 에틸, 이소프로필, n-부틸, 2급-부틸, 3급-부틸, 트리메틸실릴 등으로 대체된 치환된 사이클로펜타디에닐인 하나 이상의 알킬 함유 화합물을 이루어진다. 다른 바람직한 전구체 소스 혼합물은 선택적으로 메탄 또는 에탄이 첨가된(불활성 액체의 30 부피% 이하) 필수적으로 C<sub>5</sub>-C<sub>12</sub> 알칸 액체로 이루어진 액체에 유화되거나 혼탁된 트리메틸 또는 트리에틸을 포함하나 이에 제한되지 않는 하나 이상의 알킬 함유 화합물을 이루어진다.

#### 알케닐 함유 화합물에 대한 전구체 소스 혼합물

알케닐 함유 화합물의 바람직한 전구체 소스 혼합물은 다음으로 이루어진다:

##### (i) 화학식 1의 화합물

###### 화학식 1



상기 식에서,

M은 Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Ti, Zr, Hf, Sc, Y, La, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Ti, Si, Ge, Sn, Pb, As, P, Sb 및 Bi, 바람직하게는 Bi, As, Cr, Zr, Cu, Co, In, Ir, Fe, La, Mg, Mn, Mo, Ni, Os, Ru, Ti 및 W로 구성된 군으로부터 선택된 원소이고;

R<sup>1</sup>은 C<sub>2</sub>-C<sub>8</sub> 알케닐, C<sub>4</sub>-C<sub>12</sub> 사이클로알케닐 또는 C<sub>5</sub>-C<sub>18</sub> 아릴이고;

R<sup>2</sup>는 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라자도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체로 구성된 군으로부터 선택된 리간드이고, R<sup>1</sup> 및 R<sup>2</sup>는 동일하거나 상이한 리간드일 수 있고;

A는 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리엔, 니트라이트 및 물로 구성된 군으로부터 선택된 임의적으로 배위 결합된 리간드이고;

x는 1 이상이고;

y는 0 이상이고;

z는 0 이상이고;

x+y는 M의 원자가와 동일하다.

##### (ii) 불활성 액체

불활성 액체는 지방족 탄화수소, 방향족 탄화수소, 알콜, 에테르, 알데하이드, 케톤, 산, 페놀, 에스테르, 아민, 알킬니트릴, 할로겐화 탄화수소, 실릴화 탄화수소, 티오에테르, 아민, 시아네이트, 이소시아네이트, 티오시아네이트, 실리콘 오일, 니트로알킬, 알킬니트레이트 및/또는 아들 중 하나 이상의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택된다. 바람직하게는, 불활성 액체는 필수적으로 C<sub>5</sub>-C<sub>12</sub> 알칸으로 이루어진다.

##### (iii) 선택적인 첨가제

보관 또는 기화 등안 분해되는 경향이 있는 불안정한 알케닐 함유 화합물의 경우, 추가의 알케닐 리간드가 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있다. 알케닐 함유 화합물의 불안정한 부가물의 경우, 추가의 부가물이 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있다. 다른 배위화합물은 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있고, 이것은 또한 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 피리딘, 헤테로사이클, 테트라하이드로푸란, 디메틸포름아미드, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드 또는 알킨을 포함하나 이에 제한되지 않는다. 모든 선택적인 첨가제는 불활성 액체의 30 부피% 이하를 포함한다.

매우 바람직한 전구체 소스 혼합물은 C<sub>5</sub>-C<sub>12</sub> 알칸 액체에 용해되거나 유화되거나 혼탁된 비스Cp-Co, Mo, Fe, Mn, Ni, Ru, V, Os, Mg 또는 Cr; 비스에틸벤젠; 비스벤젠-Co, Mo 또는 Cr; 트리페닐-Bi, Sb 또는 As; 트리비닐붕소; 트리스Cp-Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, D, Ho, Er, Tm, Yb 또는 Lu; 테트라Cp-Th, Pa, U, Np, Pu 또는 Am; 트리스알릴아리듐; CpCr(CO)<sub>2</sub>; Cp<sub>2</sub>ZrMe<sub>2</sub>; CpCuPEt<sub>2</sub>; CpIn; CpIr(사이클로옥타디엔); CpPd(알릴); CpGaMe<sub>2</sub>; CpGaEt<sub>2</sub>; (사이클로헥사디엔)FeCO<sub>3</sub>; (사이클로옥타테트라엔)FeCO<sub>3</sub>; 애

틸페로센:  $CpMn(CO)_3$ ; (사이클로헵타트리엔)  $Mo(CO)_3$ ;  $NdCp_3$ ;  $SmCp_3$ ;  $ScCp_3$ ;  $TbCp_3$ ;  $TlCp$ ;  $CpWH_2$ ; (메시틸렌)  $W(CO)_3$ ;  $CpRe(CO)_3$ ;  $CpRh(CO)_2$ ;  $Ir(\text{알릴})_3$ ;  $Pt(\text{알릴})_2$ ;  $CpIr(\text{사이클로옥타디온})$ ;  $[Ir(OMe)(\text{사이클로옥타디온})]_2$ ; 또는  $Ru(\text{사이클로옥타디온})(\text{알릴})_2$ 로 구성된 군으로부터 선택된 하나 이상의 알케닐 함유 화합물로 이루어지고, 여기서  $Cp$ 는 사이클로펜타디에닐이거나 H 치환체(들)가 메틸, 에틸, 이소프로필, n-부틸, 2급-부틸, 3급-부틸, 트리메틸실릴 등으로 대체된 치환된 사이클로펜타디에닐이다.

### 카보닐 함유 화합물에 대한 전구체 소스 혼합물

카보닐 함유 화합물의 바람직한 전구체 소스 혼합물은 다음으로 이루어진다:

#### (i) 화학식 1의 화합물

화학식 1



상가 식에서.

M은 Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ti, Zr, Hf, Sc, Y, La, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, P, Sb 및 Bi, 바람직하게는 Ru, Fe, Co, Os, Cr, Mn, Mo, Ni, Re, Rh, W, Pt 및 Ir로 구성된 군으로부터 선택된 원소이고;

$R^1$ 은 카보닐이고;

$R^2$ 는 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라자도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알록시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체로 구성된 군으로부터 선택된 리간드이고,  $R^1$  및  $R^2$ 는 동일하거나 상이한 리간드일 수 있고;

A는 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리텐, 니트라이트 및 물로 구성된 군으로부터 선택된 임의적으로 배위 결합된 리간드이고;

x는 1 이상이고;

y는 0 이상이고;

z는 0 이상이고;

x+y는 M의 원자가와 동일하다.

#### (ii) 불활성 액체

불활성 액체는 지방족 탄화수소, 방향족 탄화수소, 알콜, 에테르, 알데하이드, 케톤, 산, 페놀, 에스테르, 아민, 알킬니트릴, 할로겐화 탄화수소, 실릴화 탄화수소, 티오에테르, 아민, 시아네이트, 이소시아네이트, 티오시아네이트, 실리콘 오일, 니트로알킬, 알킬니트레이트 및/또는 이들 중 하나 이상의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택된다. 바람직하게는, 불활성 액체는 필수적으로  $C_5-C_{12}$  알칸으로 이루어진다.

#### (iii) 선택적인 첨가제

보관 또는 기화 동안 분해되는 경향이 있는 불안정한 카보닐 함유 화합물의 경우, 추가의 비-카보닐 리간드가 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있다. 카보닐 함유 화합물의 불안정한 부가물의 경우, 추가의 부가물이 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있다. 다른 배위 화합물은 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있고, 이것은 또한 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 피리딘, 헤테로사이클, 테트라하이드로포uran, 디메틸포름아이드, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드 또는 알킨을 포함하거나 이에 제한되지 않는다. 모든 선택적인 첨가제는 불활성 액체의 30 부피% 이하를 포함한다.

하나 이상의 카보닐 함유 화합물로 이루어진 매우 바람직한 전구체 소스 혼합물은  $C_5-C_{12}$  알칸 액체에 용해되거나 유화되거나 혼탁된  $Ru_3(CO)_{12}$ ;  $Fe(CO)_5$ ;  $Co_2(Co)_8$ ;  $Ru(CO)_3(1,3-\text{사이클로헥사디엔})$ ;  $Os_3(CO)_{12}$ ;  $Cr(CO)_6$ ;  $Cp(CO)_2$ ;  $Mn_2(CO)_{10}$ ;  $CpMn(CO)_3$ ; (사이클로헵타트리엔)  $Mo(CO)_3$ ;  $Mo(CO)_6$ ;  $Ni(CO)_4$ ;  $Re_2(CO)_{10}$ ;  $CpRe(CO)_3$ ;  $CpRh(CO)_2$ ;  $Ru_3(CO)_{12}$ ;  $W(CO)_6$ ;  $CpV(CO)_4$ ;  $CF_3Co(CO)_4$ ;  $Pt(CO)_2(\text{사이클로옥타디온})$ ;  $Ir(CO)_2(\text{사이클로옥타디온})$ ;  $(CO)_4Fe[P(OCH_3)_3]$ ;  $(CO)_4Fe[N(CH_3)_3]$ ; 또는  $CoNO(CO)_3$ 을 포함하고, 여기서  $Cp$ 는 사이클로펜타디에닐이거나 H 치환체(들)가 메틸, 에틸, 이소프로필, n-부틸, 2급-부틸, 3급-부틸, 트리메틸실릴 등으로 대체된 치환된 사이클로펜타디에닐이다.

### 알록시 함유 화합물에 대한 전구체 소스 혼합물

알록시 함유 화합물의 바람직한 전구체 소스 혼합물은 다음으로 구성된다:

#### (i) 화학식 1의 화합물

## 화학식 1



상기 식에서,

M은 Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ti, Zr, Hf, Sc, Y, La, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, P, Sb 및 Bi, 바람직하게는 B, Al, Ga, In, As, Sb, Si, Ge, Ti, Zr 및 Hf로 구성된 군으로부터 선택된 원소이고;

R<sup>1</sup>은 알콕시 또는 실록시이고;

R<sup>2</sup>는 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 아미도, 하이드라자도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체로 구성된 군으로부터 선택된 리간드이고, R<sup>1</sup> 및 R<sup>2</sup>는 동일하거나 상이한 리간드일 수 있고;

A는 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리텐, 니트라이트 및 물로 구성된 군으로부터 선택된 임의적으로 배위 결합된 리간드이고;

x는 1 이상이고;

y는 0 이상이고;

z는 0 이상이고;

x+y는 M의 원자가와 동일하다.

## (ii) 불활성 액체

불활성 액체는 지방족 탄화수소, 방향족 탄화수소, 알콜, 에테르, 알데하이드, 케톤, 산, 페놀, 에스테르, 아민, 알킬니트릴, 할로겐화 탄화수소, 실릴화 탄화수소, 티오에테르, 아민, 시아네이트, 이소시아네이트, 티오시아네이트, 실리콘 오일, 니트로알킬, 알킬니트레이트 및/또는 이들 중 하나 이상의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택된다. 바람직하게는, 불활성 액체는 필수적으로 C<sub>5</sub>-C<sub>12</sub> 알칸으로 이루어진다.

## (iii) 선택적인 첨가제

보관 또는 기화 동안 분해되거나 화학적으로 재배치되는 경향이 있는 불안정한 알콕시 함유 화합물의 경우, 추가의 알콕사이드 리간드가 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있다. 알콕시 함유 화합물의 불안정한 부가물의 경우, 추가의 부가물이 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있다. 다른 배위 화합물은 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있고, 이것은 또한 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 피리딘, 헤테로사이클, 테트라하이드로푸란, 디메틸포름아이드, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드 또는 알킨을 포함하나 이에 제한되지 않는다. 모든 선택적인 첨가제는 불활성 액체의 30 부피% 이하를 포함한다.

하나 이상의 알콕시 함유 화합물로 이루어진 매우 바람직한 전구체 소스 혼합물은 C<sub>5</sub>-C<sub>12</sub> 알칸 액체에 용해되거나 유화되거나 혼탁된 부특시, OCH(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, OCMe<sub>2</sub>(CF<sub>3</sub>), OCMe(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, OSi(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, OC(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, OC(SiMe<sub>3</sub>)<sub>3</sub> 또는 OC(CF<sub>3</sub>)<sub>3</sub> Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Cu, Ag, Au, Hg 또는 Tl; 테트라-메톡시, 테트라-에톡시, 테트라-이소프로록시, 테트라-3급-부특시, 테트라-이소부특시, 테트라-OCH(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 테트라-OCMe<sub>2</sub>(CF<sub>3</sub>), 테트라-OCMe(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 테트라-OC(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, 테트라-OC(SiMe<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, 테트라-OC(CF<sub>3</sub>)<sub>3</sub> 또는 테트라-OSi(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub> Si, Ge, Sn, Pb, Ti, Zr 또는 Hf; VO(이소프로록시)<sub>3</sub>; 트리이소프로록시, 트리-2급-부특시, 트리-n-부특시, 트리-이소-부특시, 트리-메톡시, 트리-에톡시, 트리-OCH(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 트리-OCMe<sub>2</sub>(CF<sub>3</sub>), 트리-OCMe(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 트리-OC(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, 트리-OC(SiMe<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, 트리-OC(CF<sub>3</sub>)<sub>3</sub> 또는 트리-OSi(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, B, Al, Ga, In, P, As 또는 Sb; Et<sub>3</sub>Pb(이소프로록사이드); 또는 (3급-부특시)CuPMe<sub>3</sub>를 포함한다.

아미노 함유 화합물에 대한 전구체 소스 혼합물

아미노 함유 화합물의 바람직한 전구체 소스 혼합물은 다음으로 구성된다:

## (i) 화학식 1의 화합물

## 화학식 1



상기 식에서,

M은 Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ti, Zr, Hf, Sc, Y, La, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, P, Sb 및 Bi, 바람직하게는 B, Al, Ga, In, As, Sb, Si, Ge, Sn, Pb, Zn, Cd, Hg, Ti, Zr 및 Hf로 구성된 군으

로부터 선택된 원소이고;

$R^1$ 은 아미드이고;

$R^2$ 는 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라자도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체로 구성된 군으로부터 선택된 리간드이고,  $R^1$  및  $R^2$ 는 동일하거나 상이한 리간드일 수 있고;

A는 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티벤, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 및 물로 구성된 군으로부터 선택된 임의적으로 배위 결합된 리간드이고;

x는 1 이상이고;

y는 0 이상이고;

z는 0 이상이고;

$x+y$ 는 M의 원자가와 동일하다.

(iii) 불활성 액체

불활성 액체는 지방족 탄화수소, 방향족 탄화수소, 알콜, 에테르, 일대하이드, 케톤, 산, 페놀, 에스테르, 아민, 알킬니트릴, 할로겐화 탄화수소, 실릴화 탄화수소, 티오에테르, 아민, 시아네이트, 이소시아네이트, 티오시아네이트, 실리콘 오일, 니트로알킬, 알킬니트레이트 및/또는 이들 중 하나 이상의 혼합물을로 구성된 군으로부터 선택된다. 바람직하게는, 불활성 액체는 필수적으로  $C_5-C_{12}$  알칸으로 이루어진다.

(iii) 선택적인 첨가제

보관 또는 기화 등안 분해되거나 화학적으로 재배치되는 경향이 있는 불안정한 아미노 함유 화합물의 경우, 추가의 아미노 리간드가 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있다. 아미노 함유 화합물의 불안정한 부가물의 경우, 추가의 부가물이 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있다. 다른 배위 화합물은 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있고, 이것은 또한 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티벤, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 피리딘, 헤테로사이클, 테트라하이드로푸란, 디메틸포름아미드, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드 또는 알킨을 포함하거나 이에 제한되지 않는다. 모든 선택적인 첨가제는 불활성 액체의 30 부피% 이하를 포함한다.

하나 이상의 아미노 함유 화합물로 이루어진 매우 바람직한 전구체 소스 혼합물은 추가의 아민과 함께  $C_5-C_{12}$  알칸 액체에 용해되거나 유화되거나 혼탁된 테트라카이스(디메틸아미노), 테트라카이스(디에틸아미노) Ti, Zr, Hf, Si, Ge, Sn 또는 Pb; 디에틸아미노디에틸아르신; 디에틸아미노아르신 디클로라이드; 비스디에틸아미노아르신 클로라이드;  $Me_2Zn$ (트리에틸아민)<sub>2</sub>; 디에틸아미노디메틸스탄; 트리스(디메틸아미노)포스핀; 트리스(디메틸아미노)안티온; 트리스(디메틸아미노)아르신; 트리스(디메틸아미노)스티벤; 트리스-비스(트리에틸실릴)에트륨 아미드; 비스(디메틸아미노)(트리에틸에틸렌디아미노)알루미늄; ( $CO_2$ ) $Fe[N(CH_3)_3]$ , Li, Na 또는 K N(SiMe<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 펜타디에틸아미노탄탈; 디에틸아미노디에틸주석; 헥사디메틸아미노디텅스텐; 또는 트리스디메틸아미노(트리에틸렌디아미노)티탄을 포함한다.

포스피도 함유 화합물에 대한 전구체 소스 혼합물

포스피도 함유 화합물의 바람직한 전구체 소스 혼합물은 다음으로 구성된다:

(i) 화학식 2의 화합물

화학식 2



상기 식에서,

M은 Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ti, Zr, Hf, Sc, Y, La, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, P, Sb 및 Bi, 바람직하게는 Cu, Ni, Pt, Ir, Cr 또는 Mo로 구성된 군으로부터 선택된 원소이고;

$R^1$  및  $R^2$ 는 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라자도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체로 구성된 군으로부터 선택된 리간드이고,  $R^1$  및  $R^2$ 는 동일하거나 상이한 리간드일 수 있고;

A는 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티벤, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 및 물로 구성된 군으로부터 선택된 임의적으로 배위 결합된 리간드이고;

x는 1 이상이고;

y는 0 이상이고;

z는 0 이상이고;

x+y는 M의 원자가와 동일하다.

(ii) 불활성 액체

불활성 액체는 지방족 탄화수소, 방향족 탄화수소, 알콜, 에테르, 알데하이드, 케톤, 산, 페놀, 에스테르, 아민, 알킬니트릴, 할로겐화 탄화수소, 실릴화 탄화수소, 티오에테르, 아민, 시아네이트, 이소시아네이트, 티오시아네이트, 실리콘 오일, 니트로알킬, 알킬니트레이트 및/또는 이들 중 하나 이상의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택된다. 바람직하게는, 불활성 액체는 필수적으로 C<sub>5</sub>–C<sub>12</sub> 알칸으로 이루어진다.

(iii) 선택적인 첨가제

보관 또는 기화 동안 분해되거나 화학적으로 재배치되는 경향이 있는 불안정한 포스피도 함유 화합물의 경우, 추가의 포스피도 리간드가 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있다. 포스피도 함유 화합물의 불안정한 부가물의 경우, 추가의 부가물이 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있다. 다른 배위 화합물은 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있고, 이것은 또한 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티벤, 에테르, 살파이드, 나이트릴, 이소니트릴, 일켄, 피리딘, 헤테로사이클, 테트라하이드로푸란, 디메틸포름아이드, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드 또는 알킨을 포함하나 이에 제한되지 않는다. 모든 선택적인 첨가제는 불활성 액체의 30 부피% 이하를 포함한다.

매우 바람직한 전구체 소스 혼합물은 과량의 포스핀과 함께 C<sub>5</sub>–C<sub>12</sub> 알칸 액체에 용해되거나 유화되거나 혼탁된 CpCu(PEt<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (CpCu(트리페닐포스핀)); (3급-부톡시)CuPMe<sub>3</sub>; Pt(PF<sub>3</sub>)<sub>4</sub>; Ni(PF<sub>3</sub>)<sub>4</sub>; Cr(PF<sub>3</sub>)<sub>6</sub>; (Et<sub>3</sub>P)<sub>3</sub>Mo(CO)<sub>3</sub>; 또는 Ir(PF<sub>3</sub>)<sub>4</sub>로 이루어지고, 여기서 Cp는 사이클로펜타디에닐이거나 H 치환체(들)가 메틸, 에틸, 이소프로필, n-부틸, 2급-부틸, 3급-부틸, 트리메틸실릴 등으로 대체된 치환된 사이클로펜타디에닐이다.

나트레이트 함유 화합물에 대한 전구체 소스 혼합물

나트레이트 함유 화합물의 바람직한 전구체 소스 혼합물은 다음으로 구성된다:

(i) 화학식 1의 화합물

화학식 1.



상기 식에서,

M은 Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ti, Zr, Hf, Sc, Y, La, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, P, Sb 및 Bi, 바람직하게는 Ti, Zr, Hf, Si, Ga, Sn, Co, V 및 Cr로 구성된 군으로부터 선택된 원소이고;

R<sup>1</sup>이 나트레이트이고;

R<sup>2</sup>는 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라자, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알록시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체로 구성된 군으로부터 선택된 리간드이고, R<sup>1</sup> 및 R<sup>2</sup>는 동일하거나 상이한 리간드일 수 있고;

A는 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티벤, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 나트레이트 및 물로 구성된 군으로부터 선택된 임의적으로 배위 결합된 리간드이고;

x는 1 이상이고;

y는 0 이상이고;

z는 0 이상이고;

x+y는 M의 원자가와 동일하다.

(ii) 불활성 액체

불활성 액체는 지방족 탄화수소, 방향족 탄화수소, 알콜, 에테르, 알데하이드, 케톤, 산, 페놀, 에스테르, 아민, 알킬니트릴, 할로겐화 탄화수소, 실릴화 탄화수소, 티오에테르, 아민, 시아네이트, 이소시아네이트, 티오시아네이트, 실리콘 오일, 니트로알킬, 알킬니트레이트 및/또는 이들 중 하나 이상의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택된다. 바람직하게는, 불활성 액체는 필수적으로 C<sub>5</sub>–C<sub>12</sub> 알칸으로 이루어진다.

(iii) 선택적인 첨가제

보관 또는 기화 동안 분해되거나 화학적으로 재배치되는 경향이 있는 불안정한 니트레이트 함유 화합물의 경우, 추가의 리간드가 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있다. 니트레이트 함유 화합물의 불안정한 부가물의 경우, 추가의 부가물이 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있다. 다른 배위 화합물은 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있고, 이것은 또한 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티벤, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 피리딘, 헤테로사이클, 테트라하이드로푸란, 디메틸포름아미드, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드 또는 알킨을 포함하거나 이에 제한되지 않는다. 모든 선택적인 첨가제는 불활성 액체의 30 부피% 이하를 포함한다.

매우 바람직한 전구체 소스 혼합물은  $C_5-C_{12}$  알칸 액체에 용해되거나 유화되거나 혼탁된  $Ti(NO_3)_4$ ;  $Zr(NO_3)_4$ ;  $Hf(NO_3)_4$ ;  $Si(CH_3)_3(NO_3)$ ;  $RuNO(NO_3)_3$ ; 칼륨 니트레이트;  $Sn(NO_3)_4$ ;  $Co(NO_3)_3$ ;  $VO(NO_3)_3$ ; 또는  $CrO_2(NO_3)_2$ 를 포함한다.

#### 할라이드 함유 화합물에 대한 전구체 소스 혼합물

할라이드 함유 화합물의 바람직한 전구체 소스 혼합물은 다음으로 구성된다:

(i) 화학식 1의 화합물

화학식 1



상기 식에서,

M은 Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ti, Zr, Hf, Sc, Y, La, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, P, Sb 및 Bi, 바람직하게는 Ti, Zr, Hf, Si, Ga, Sn, Co, V 또는 Cr로 구성된 군으로부터 선택된 원소이고;

$R^1$ 이 할라이드이고;

$R^2$ 는 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라자도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체로 구성된 군으로부터 선택된 리간드이고,  $R^1$  및  $R^2$ 는 동일하거나 상이한 리간드일 수 있고;

A는 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티벤, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리텐, 니트라이트 및 울로 구성된 군으로부터 선택된 임의적으로 배위 결합된 리간드이고;

x는 1 이상이고;

y는 0 이상이고;

z는 0 이상이고;

x+y는 M의 원자가와 동일하다.

(ii) 불활성 액체

불활성 액체는 지방족 탄화수소, 방향족 탄화수소, 알콜, 에테르, 알데하이드, 케톤, 산, 페놀, 에스테르, 아민, 알킬니트릴, 할로겐화 탄화수소, 실릴화 탄화수소, 티오에테르, 아민, 시아네이트, 이소시아네이트, 티오시아네이트, 실리콘 오일, 니트로알킬, 알킬니트레이트 및/또는 이들 중 하나 이상의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택된다. 바람직하게는, 불활성 액체는 필수적으로  $C_5-C_{12}$  알칸으로 이루어진다.

(iii) 선택적인 첨가제

보관 또는 기화 동안 분해되거나 화학적으로 재배치되는 경향이 있는 불안정한 할라이드 함유 화합물의 경우, 추가의 할라이드 리간드가 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있다. 할라이드 함유 화합물의 불안정한 부가물의 경우, 추가의 부가물이 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있다. 다른 배위 화합물은 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물에 첨가될 수 있고, 이것은 또한 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티벤, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 피리딘, 헤테로사이클, 테트라하이드로푸란, 디메틸포름아미드, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드 또는 알킨을 포함하거나 이에 제한되지 않는다. 모든 선택적인 첨가제는 불활성 액체의 30 부피% 이하를 포함한다.

매우 바람직한 전구체 소스 혼합물은  $C_5-C_{12}$  알칸 액체에 용해되거나 유화되거나 혼탁된  $TiCl_4$ ;  $ZnCl_2$ ;  $ZrCl_4$ ;  $HfCl_4$ ;  $AlCl_3$ ;  $SiCl_4$ ;  $GaCl_3$ ;  $SnCl_4$ ;  $CoCl_3$ ; 디메틸, 디에틸 또는 디이소부틸, Al, B, Ge, Si 또는 As 할라이드로 이루어진다.

#### 실릴 함유 화합물에 대한 전구체 소스 혼합물

실릴 함유 화합물의 바람직한 전구체 소스 혼합물은 다음으로 구성된다:

(i) 화학식 1의 화합물

## 화학식 1



상기 식에서,

M은 Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ti, Zr, Hf, Sc, Y, La, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Ti, Si, Ge, Sn, Pb, As, P, Sb 및 Bi, 바람직하게는 Ti, Zr, Hf, Si, Ga, Sn, Co, V 및 Cr로 구성된 군으로부터 선택된 원소이고;

R<sup>1</sup>이 실릴이고;

R<sup>2</sup>는 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지노, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알록시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체로 구성된 군으로부터 선택된 리간드이고, R<sup>1</sup> 및 R<sup>2</sup>는 동일하거나 상이한 리간드일 수 있고;

A는 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 및 울로 구성된 군으로부터 선택된 임의적으로 배위 결합된 리간드이고;

x는 1 이상이고;

y는 0 이상이고;

z는 0 이상이고;

x+y는 M의 원자가와 동일하다.

(iii) 불활성 액체

불활성 액체는 지방족 탄화수소, 방향족 탄화수소, 알콜, 에테르, 알데하이드, 케톤, 산, 페놀, 에스테르, 아민, 알킬니트릴, 할로겐화 탄화수소, 실릴화 탄화수소, 티오에테르, 아민, 시아네이트, 이소시아네이트, 티오시아네이트, 실리콘 오일, 니트로알킬, 알킬니트레이트 및/또는 이들 중 하나 이상의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택된다. 바람직하게는, 불활성 액체는 필수적으로 C<sub>5</sub>–C<sub>12</sub> 알칸으로 이루어진다.

(iii) 선택적인 첨가제

보관 또는 기화 동안 분해되거나 화학적으로 재배치되는 경향이 있는 불안정한 실릴 함유 화합물의 경우, 추가의 실릴 리간드가 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물을 첨가될 수 있다. 실릴 함유 화합물의 불안정한 부가물의 경우, 추가의 부가물이 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물을 첨가될 수 있다. 다른 배위 화합물은 화합물의 안정성을 개선시키기 위해 혼합물을 첨가될 수 있고, 이것은 또한 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 피리딘, 헤테로사이클, 테트라하이드로포린, 디메틸포름아미드, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드 또는 알킨을 포함하나 이에 제한되지 않는다. 모든 선택적인 첨가제는 불활성 액체의 30 부피% 이하를 포함한다.

매우 바람직한 전구체 소스 혼합물은 C<sub>5</sub>–C<sub>12</sub> 알칸 액체에 용해되거나 유화되거나 혼탁된 N(SiMe<sub>3</sub>)<sub>2</sub> Li, Na 또는 K; B(CH<sub>2</sub>SiMe<sub>3</sub>)<sub>3</sub>; {(Me<sub>3</sub>Si)<sub>2</sub>N}<sub>3</sub> B, Al, Ga 또는 In; (Me<sub>3</sub>SiCH<sub>2</sub>)<sub>4</sub> Li, Zr 또는 Hf; 또는 {(Me<sub>3</sub>Si)<sub>2</sub>N}<sub>2</sub> Zn, Cd 또는 Hg로 이루어진다.

다음의 실시예는 본 발명을 예시하고 이로부터 생길 수 있는 일부 잇점을 예시하고자 주어진다.

실시예 1

전구체 소스 혼합물을 사용하는 화학적 증착 반응기에서 필름의 침착

이 실시예에서, 기판을 CVD에 적합한 반응기에 놓고, 다성분 금속, 금속 산화물, 금속 질화물 또는 금속 규화물 Hf 및 Al 함유 필름을 2종의 상이한 전구체 소스 혼합물을 사용하여 침착시켰다.

하프늄 함유 전구체 소스 혼합물은 1 l의 펜탄 중에 50 g의 테트라카이스(디메틸아미노)하프늄 및 1 g의 디메틸아민으로 이루어진다. 알루미늄 함유 전구체 소스 혼합물은 1 l의 펜탄 중에 50 g의 트리메틸아민 알란 및 1 g의 트리메틸아민으로 이루어진다. 이 실시예에서, 전구체 소스 혼합물을 기화기에서 기화시키고, 증기를 CVD 반응기 내로 도입한다. 전구체 소스 혼합물을 40°C 내지 260°C, 바람직하게는 40°C 내지 180°C에서 기화시킨다. 기판 온도는 약 100°C 내지 1200°C, 바람직하게는 200°C 내지 700°C이다. 금속 필름을 침착시키기 위해, 수소, 형성 가스 및 이들의 조합물을 포함하나 이에 제한되지 않는 환원 반응물을 도입한다. 바람직한 환원제는 형성 가스이다. 금속 산화물 필름을 침착시키기 위해, 산소, 오존, 물, 과산화 수소, 산화 질소 및 이들의 조합물을 포함하나 이에 제한되지 않는 산화제를 도입한다. 바람직한 산화제는 산소이다. 금속 질화물을 침착시키기 위해, 암모니아, 하이드라진, 수소 아자이드, 3급-부틸아민 및 이들의 조합물을 포함하나 이에 제한되지 않는 질화 반응물을 도입한다. 바람직한 질화 반응물은 암모니아이다. 금속 규화물 필름을 침착시키기 위해, 실란, 디실란, 클로로실란 및 실라잔을 포함하나 이에 제한되지 않는 실릴화제 및 환원제를 전구체 증기와 함께 CVD 반응기 내로 도입한다. 전구체 소스 혼합물의 증기 및 반응물을 바람직하게는 분리 주입구를 통해 동시에 도입한다.

기술된 본 발명의 방법은 2종 이상의 상이한 전구체 소스 혼합물을 사용하거나 2종 이상의 전구체를 함유하는 전구체 소스 혼합물을 사용하는 화학적 증착에 의해 침착된 임의의 다성분 금속, 금속 산화물, 금속 질화물 또는 금속 규화물 필름의 성장을 포함하는 것으로 확장될 수 있다. 기술된 본 발명의 방법은 다성분 필름의 하나 이상의 성분이 전구체 소스 혼합물을로부터 유도되면 화학적 증착에 의해 침착된 임의의 다성분 금속, 금속 산화물, 금속 질화물 또는 금속 규화물 필름의 성장을 포함하는 것으로 확장될 수 있다. 필름의 다른 성분을 통상적인 버틀러 기법 또는 본 발명에 포함되지 않는 전구체 소스를 사용하여 침착시킬 수 있다. 기술된 본 발명의 방법은 단지 하나의 전구체를 함유하는 하나의 전구체 소스 혼합물을 사용하는 화학적 증착에 의해 침착된 단일 성분 금속, 금속 산화물, 금속 질화물 또는 금속 규화물 필름의 성장을 포함하는 것으로 확장될 수 있다.

### 실시예 2

#### 불활성 액체가 기화되지 않는 필름 성장 방법

이 실시예에서, 불활성 액체를 기화시키지 않고, CVD 또는 ALD 반응기로부터 전환시킨다. 전구체 소스 혼합물은 전구체 및 전구체보다 높은 온도에서 기화하는 불활성 액체로 이루어진다. 전구체 소스 혼합물을 기화기 내로 도입하여 전구체를 기화시킨다. 불활성 액체를 기화시키지 않으나, 대신 액체 형태로 반응기로부터 전환시킨다.

하나의 가능한 장치 외형을 도 29에 도시한다. 도 29에 도시한 바와 같이, 전구체 소스 혼합물은 앰플로부터 기화기로 유동한다. 전구체 소스 혼합물 중의 전구체를 기화기에서 기화시키나, 불활성 액체는 기화되지 않는다. 기화된 전구체를 반응기로 보내고, 기화되지 않은 불활성 액체를 기화기로부터 빼내어 트랩에서 수거한다. 기화기 온도를 불활성 액체의 비점 미만으로 설정한다.

하나의 바람직한 방법은 기화기 온도를 90°C로 설정하면서 디메틸에틸아민 알란 및 데칸(비점 174°C)으로 이루어진 전구체 소스 혼합물을 포함한다.

기술된 본 발명의 방법은 기화기 온도가 전구체(들)를 침착시키기에 충분하고 전구체 소스 혼합물에서 불활성 액체의 비점 미만이면 화학적 증착 또는 원자층 침착에 의해 침착된 임의의 단일 성분 또는 다성분 필름의 성장을 포함하는 것으로 확장될 수 있다.

### 실시예 3

#### 전구체 소스 혼합물을 사용하는 원자층 침착 반응기에서 금속, 금속 산화물 또는 금속 질화물의 침착

이 양태에서, 기판을 ALD에 적합한 반응기, 예를 들면 마이크로케미스트리(Microchemistry)에 의해 제조된 시판되는 F-200 반응기에 놓고, Zr 및 Hf를 함유하는 다성분 금속, 금속 산화물 또는 금속 질화물을 필름을 2종의 상이한 전구체 소스 혼합물을 사용하여 침착시킨다. ALD를 기화된 전구체, 반응물 및 퍼지 가스의 순차적인 교번 펄스를 갖는 사이클 형태로 수행한다.

자르코늄 함유 전구체 소스 혼합물은 1 l의 펜탄 중에 50 g의 지르코늄 니트레이트로 이루어진다. 하프늄 함유 전구체 소스 혼합물은 1 l의 펜탄 중에 50 g의 하프늄 3급-부록사이드로 이루어진다. 이 실시예에서, 전구체 소스 혼합물을 기화기에서 기화시키고, 증기를 사이클 형태로 반응기 내로 도입한다. 금속 필름을 침착시키기 위해, 수소, 형성 가스 및 이들의 조합물을 포함하거나 이에 제한되지 않는 환원 반응물을 도입한다. 바람직한 환원제는 형성 가스이다. 금속 산화물 필름을 침착시키기 위해, 산소, 오존, 물, 과산화 수소, 산화 질소 및 이들의 조합물을 포함하거나 이에 제한되지 않는 산화제를 도입한다. 바람직한 산화제는 산소이다. 금속 질화물을 침착시키기 위해, 암모니아, 하이드라진, 수소 아자이드, 3급-부틸아민 및 이들의 조합물을 포함하거나 이에 제한되지 않는 질화 반응물을 도입한다. 바람직한 질화 반응물은 암모니아이다.

전구체 소스 혼합물을 40°C 내지 260°C, 바람직하게는 40°C 내지 180°C에서 기화시킨다. 기판 온도는 약 100°C 내지 1200°C, 바람직하게는 150°C 내지 500°C이다. 전구체, 반응물 및 불활성 퍼지 가스(N<sub>2</sub>, Ar 또는 다른 불활성 기체)를 다음의 순서로 반응기 내로 펄스화한다:

1. Hf 함유 전구체 소스 혼합물의 증기
2. 불활성 퍼지
3. 반응물
4. 불활성 퍼지
5. Zr 함유 전구체 소스 혼합물의 증기
6. 불활성 퍼지
7. 반응물
8. 불활성 퍼지

전구체 및 반응물 펄스(각각 단계 1, 5 및 3, 7)는 0.1 내지 1초, 바람직하게는 0.5초이다. 불활성 가스 퍼지 펄스(단계 2, 4, 6 및 8)는 0.2 내지 5초, 바람직하게는 2초이다. 단계 1 내지 8의 원료가 1 사이클이고, 1 사이클의 원료로 약 0.4 내지 2개의 ZrHf 함유 필름의 단층을 대략 0.1 nm로 침착시킨다. 이 실시예에서, 침착된 ZrHf 함유 필름의 바람직한 두께는 50 nm이고, 따라서 500 사이클의 상기 기술된 가스 스위칭을 수행한다.

기술된 본 발명의 방법은 2종 이상의 상이한 전구체 소스 혼합물을 사용하거나 2종 이상의 전구체를 함유하는 전구체 소스 혼합물을 사용하는 원자층 침착에 의해 침착된 임의의 다성분 금속, 금속 산화물, 금속 질화물 또는 금속 규화물 필름의 성장을 포함하는 것으로 확장될 수 있다. 기술된 본 발명의 방법은 다성분 필름의 하나 이상의 성분이 전구체 소스 혼합물로부터 유도되면 원자층 침착에 의해 침착된

임의의 다성분 금속, 금속 산화물, 금속 질화물 또는 금속 규화물 필름의 성장을 포함하는 것으로 확장될 수 있다. 필름의 다른 성분을 통상적인 버블러 기법 또는 본 발명에 포함되지 않는 전구체 소스를 사용하여 침착시킬 수 있다. 기술된 본 발명의 방법은 단지 하나의 전구체를 활용하는 하나의 전구체 소스 혼합물을 사용하는 원자층 침착에 의해 침착된 단일 성분 금속, 금속 산화물, 금속 질화물 또는 금속 규화물 필름의 성장을 포함하는 것으로 확장될 수 있다. 다른 양태에서, 불활성 액체를 기화시키지 않고, 실시예 2에 기술된 바와 같이 ALD 반응기로부터 전환시킨다.

#### 실시예 4

전구체 소스 혼합물을 사용하는 원자층 침착 반응기에서 금속 규화물 필름의 침착

이 양태에서, 기판을 ALD에 적합한 반응기, 예를 들면 마이크로케미스트리에 의해 제조된 시판되는 F-200 반응기에 놓고, 코발트 실리케이트 필름을 침착시킨다. ALD를 기화된 전구체, 반응물 및 퍼지 가스의 순차적인 교번 펄스를 갖는 사이클 형태로 수행한다. 이 실시예에서, 실란을 실릴화제로서 사용하고, 수소를 반응물로서 사용한다.

코발트 함유 전구체 소스 혼합물은 50 g의  $\text{Co}_2(\text{CO})_8$  및 1 l의 펜탄으로 이루어진다. 이 실시예에서, 전구체 소스 혼합물을 기화기에서 기화시키고, 증기를 사이클 형태로 반응기 내로 도입한다.

전구체 소스 혼합물을 40°C 내지 260°C, 바람직하게는 40°C 내지 180°C에서 기화시킨다. 기판 온도는 약 100°C 내지 1200°C, 바람직하게는 200°C 내지 800°C이다. 전구체, 반응물 및 불활성 퍼지 가스(N<sub>2</sub>, Ar 또는 다른 불활성 기체)를 다음의 순서로 반응기 내로 펄스화한다:

1. Co 함유 전구체 소스 혼합물의 증기
2. 불활성 퍼지
3. 수소
4. 불활성 퍼지
5. 실란
6. 불활성 퍼지
7. 수소
8. 불활성 퍼지

전구체 및 반응물 펄스(각각 단계 1, 5 및 3, 7)는 0.1 내지 1초, 바람직하게는 0.5초이다. 불활성 가스 퍼지 펄스(단계 2, 4, 6 및 8)는 0.2 내지 5초, 바람직하게는 2초이다. 단계 1 내지 8의 원료가 1 사이클이고, 1 사이클의 원료로 약 0.4 내지 2개의 코발트 실리케이트의 단층을 대략 0.1 nm로 침착시킨다. 이 실시예에서, 침착된 코발트 실리케이트 필름의 바람직한 두께는 500 nm이고, 따라서 5000 사이클의 상기 기술된 가스 스위칭을 수행한다.

기술된 본 발명의 방법은 실란, 또는 실란, 디실란, 클로로실란, 실릴아민 및 실리잔을 포함하나 이에 제한되지 않는 다른 실릴화제의 순서로 하나 이상의 전구체 소스 혼합물 및 수소 또는 다른 환원제를 사용하는 원자층 침착에 의해 침착된  $\text{CoSi}_2$ ,  $\text{HfSi}_2$ ,  $\text{MoSi}_2$ ,  $\text{NbSi}_2$ ,  $\text{Pd}_2\text{Si}$ ,  $\text{PtSi}$ ,  $\text{TaSi}_2$ ,  $\text{TiSi}_2$ ,  $\text{VSi}_2$ ,  $\text{WSi}_2$ ,  $\text{ZrSi}_2$  및 침의의 다성분 금속 규화물을 포함하나 이에 제한되지 않는 임의의 금속 질화물의 성장을 포함하는 것으로 확장될 수 있다. 다른 양태에서, 실릴화제를 전구체 소스 혼합물에 도입할 수 있다.

#### 실시예 5

구리의 침착

이 실시예에서, 본 발명의 방법을 사용하여 구리를 침착시킨다. 구리 함유 전구체 소스 혼합물은 100 g의 (사이클로펜타디에닐)Cu(PEt<sub>3</sub>), 1 g의 PEt<sub>3</sub> 및 1 l의 펜탄으로 이루어진다. 전구체 혼합물을 기화기로 보내서 혼합물을 60°C에서 기화시키고, 증기를 수소와 같은 반응물이 있는 화학적 증착 반응기로 보내서 구리 필름을 100°C 내지 300°C, 바람직하게는 120°C 내지 250°C로 가열된 기판에 침착시킨다.

#### 실시예 6

텅스텐의 침착

이 실시예에서, 본 발명의 방법을 사용하여 텅스텐을 침착시킨다. 전구체 소스 혼합물은 1 l의 헥산 중에 100 g의 텅스텐 헥사카보닐로 이루어진다. 전구체 혼합물을 기화기로 보내서 혼합물을 60°C에서 기화시키고, 증기를 수소와 같은 반응물이 있는 화학적 증착 반응기로 보내서 텅스텐 필름을 200°C 내지 700°C, 바람직하게는 600°C로 가열된 기판에 침착시킨다.

#### 실시예 7

탄탈 니트라이드의 침착

이 실시예에서, 본 발명의 방법을 사용하여 탄탈 니트라이드를 침착시킨다. 탄탈 함유 전구체 소스 혼합물은 100 g의 펜타디메틸아미노탄탈, 1 g의 디메틸아민 및 1 l의 펜탄으로 이루어진다. 전구체 혼합물을 기화기로 보내서 혼합물을 60°C에서 기화시키고, 증기를 암모니아와 같은 질화제가 있는 화학적 증착 반응기로 보내서 탄탈 니트라이드 필름을 200°C 내지 700°C, 바람직하게는 500°C로 가열된 기판에 침착시킨다.

#### 실시예 8

### 인듐 니트라이드의 침착

이 실시예에서, 본 발명의 방법을 사용하여 인듐 니트라이드를 침착시킨다. 인듐 함유 전구체 소스 혼합물은 100 g의 트리메틸인듐, 1 g의 디메틸에틸아민 및 1 l의 펜탄으로 이루어진다. 전구체 혼합물을 기화기로 보내서 혼합물을 60°C에서 기화시키고, 증기를 암모니아와 같은 질화제가 있는 화학적 증착 반응기로 보내서 인듐 니트라이드

필름을 100°C 내지 700°C, 바람직하게는 300°C로 가열된 기판에 침착시킨다.

### 실시예 9

#### 지르코늄 실리케이트의 침착

이 실시예에서, 본 발명의 방법을 사용하여 지르코늄 실리케이트를 침착시킨다. 전구체 소스 혼합물은 1 l의 헥산 중에 100 g의 지르코늄 3급-부록사이드로 이루어진다. 제 2 전구체 소스 혼합물은 1 l의 헥산 중에 100 g의 테트라에톡시실란으로 이루어진다. 전구체 소스 혼합물을 기화기로 보내서 혼합물을 80°C에서 기화시키고, 증기를 산소와 같은 산화제가 있는 화학적 증착 반응기로 보내서 지르코늄 실리케이트 필름을 200°C 내지 700°C, 바람직하게는 500°C로 가열된 기판에 침착시킨다.

### 실시예 10

#### 트랜지스터를 위한 $Al_2O_3$ 게이트 유전체의 제조

이 실시예에서, 본 발명의 방법을 사용하여  $Al_2O_3$ 을 침착시켜 도 1에 도시된 바와 같은 PFET 및 NFET의 게이트 유전층(15)을 형성한다. Si 웨이퍼 기판 함유 패턴화된 구조체를 사용한다. 기판의 선택된 영역은 트랜지스터의 위치 사이에 위치한 알은 트렌치 격리(SIT) 산화물을 함유하고, 다른 영역은 전기장 산화물을 함유하고, 노출된 Si의 선택된 영역은 트랜지스터가 위치하는 영역에서 노출된다. 이어서, 기판을 적합한 모듈 클러스터 도구에 위치시키고, 노출된 Si의 표면을 처리하여 연속 진공 하에서 원 위치에  $SiO_xN_y$  층을 형성한 후 본 발명의 CVD 방법을 사용하여  $Al_2O_3$ 의 층을 1 내지 100 nm 두께로 침착시킨다. 이어서, 웨이퍼를 모듈 클러스터 도구의 제 2 모듈로 보내서 게이트 전극을 연속 진공 하에서 원 위치에  $Al_2O_3$ 에 침착시킬 수 있다.

본 발명의 방법을 사용하는  $Al_2O_3$ 의 침착을 위해, 전구체 소스 혼합물은 1 l의 헥산 중에 103 g의 디메틸 에틸아민 알란 및 10 g의 디메틸에틸아민으로 이루어진다. 전구체 혼합물을 기화기로 보내서 혼합물을 80°C에서 기화시키고, 증기를 산소, 오존,  $N_2O$ , 물 또는 이들의 혼합물을 포함하나 이에 제한되지 않는 산화제가 있는 클러스터 도구의 화학적 증착 모듈로 보내서  $Al_2O_3$  필름을 200°C에서 침착시킨다.

### 실시예 11

#### 트랜지스터를 위한 $ZrO_2$ 게이트 유전체의 제조

이 실시예에서, 본 발명의 방법을 사용하여  $ZrO_2$ 를 침착시켜 도 1에 도시된 바와 같은 PFET 및 NFET의 게이트 유전층(15)을 형성한다. Si 웨이퍼 기판 함유 패턴화된 구조체를 사용한다. 기판의 선택된 영역은 트랜지스터의 위치 사이에 알은 트랜지스터의 위치 사이에 위치한 트렌치 격리(SIT) 산화물을 함유하고, 다른 영역은 전기장 산화물을 함유하고, 노출된 Si의 선택된 영역은 트랜지스터가 위치하는 영역에 노출된다. 이어서, 기판을 적합한 모듈 클러스터 도구에 위치시키고, 노출된 Si의 표면을 처리하여 연속 진공 하에서 원 위치에  $SiO_xN_y$  층을 형성한 후 본 발명의 CVD 방법을 사용하여  $ZrO_2$ 의 층을 1 내지 100 nm 두께로 침착시킨다. 이어서, 웨이퍼를 모듈 클러스터 도구의 제 2 모듈로 보내서 게이트 전극을 연속 진공 하에서 원 위치에  $ZrO_2$ 에 침착시킬 수 있다.

본 발명의 방법을 사용하는  $ZrO_2$ 의 침착을 위해, 전구체 소스 혼합물은 1 l의 헥산 중에 100 g의 지르코늄 3급-부록사이드로 이루어진다. 전구체 혼합물을 기화기로 보내서 혼합물을 80°C에서 기화시키고, 증기를 산소, 오존,  $N_2O$ , 물 또는 이들의 혼합물을 포함하나 이에 제한되지 않는 산화제가 있는 클러스터 도구의 화학적 증착 모듈로 보내서  $ZrO_2$  필름을 400°C에서 침착시킨다.

### 실시예 12

#### 트랜지스터를 위한 게이트 유전체의 제조

이 실시예에서, 본 발명의 방법을 사용하여 트랜지스터의 게이트 유전층을 침착시킨다. 도 4에 도시된 바와 같이, 트랜지스터 디바이스를 전도성 영역(51)에 형성하고, 게이트 유전체(53)에 형성된 게이트 전극(52), 및 게이트 전극(52)의 축방향으로 마주하는 면에 형성된 한 쌍의 n형 소스/드레인 영역(54)을 함유한다. 본 발명의 방법에 의해 침착된 게이트 유전체(53)는 도핑되거나 도핑되지 않은 혼합물, 상이한 물질의 층 또는 이들의 조합물로 구성될 수 있다. 게이트 유전체(53)의 선택적인 상부층(57)은 도편트 확산 장벽으로서 작용할 수 있고, 게이트 전극(52)의 침착 동안 구조체를 안정화시킨다. 게이트 유전체(53)의 선택적인 하부층(55)은 전자 장벽층으로서 및 가공 동안 밑에 있는 규소의 산화를 방지하기 위한 층으로서 또는 둘 다로서 작용할 수 있다. 게이트 유전체(53)의 중간층(56)은 높은 K의 유전층이다.

적합한 하부층(55)은  $SiO_2$ ,  $SiO_xN_y$  및  $Si_3N_4$ 를 포함하나 이에 제한되지 않는 유전성 물질로 이루어지며, 규소 기판의 산화 또는 질화로부터 제조되거나 따로 침착된다. 다른 적합한 하부층 물질은 금속 산화물 또는 금속 규산화물을 포함한다. 높은 K의 중간 유전층(56)은  $Ta_2O_5$ ,  $TiO_2$ ,  $ZrO_2$ ,  $HfO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $La_2O_3$ ,  $Y_2O_3$ , 이트륨 알루네이트, 란탄 알루네이트, 란탄 실리케이트, 이트륨 실리케이트, 하프늄 실리케이트, 지르코늄 실리케이트 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 혼합물, 층 또는 조합물을 포함하나 이에 제

한되지 않는 유전성 물질로 이루어진다. 중간층은 또한 산화 알루미늄의 층 사이에 있는 산화 하프늄의 층 또는 산화 자르코늄과 산화 하프늄의 혼합물과 같은 비교적 균일한 혼합물을 포함하는 층과 같은 상이한 물질의 여러 층으로 이루어질 수 있다. 선택적인 상부층(57)은 중간층의 산화되거나 질화된 표면 또는  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 알루미노실리케이트, 이트륨 실리케이트, 자르코늄 실리케이트, 하프늄 실리케이트, 란탄 실리테이크 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 혼합물, 층 또는 조합물을 포함하거나 이에 제한되지 않는 침착된 유전성 물질일 수 있다. 바람직한 게이트 유전체는  $\text{SiO}_x\text{N}_y$ 의 하부층,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$  또는  $\text{HfO}_2$ 의 중간층 및 질화된 금속 산화물의 상부 장벽층으로 이루어진다. 게이트 유전체(53)에서 하나 이상의 성분은 전구체 소스 혼합물을 포함하는 본 발명의 방법, 전구체 소스 혼합물의 기화 및 CVD 또는 ALD 반응기에서 증기를 이용한 필름의 침착에 의해 침착된다.

도 5 내지 12는 본 발명의 방법을 사용하는 하나의 바람직한 트랜지스터 제조를 도시하는 단면도이다. 게이트 유전체(53)의 제조는 어플리아이드 매터리얼즈 (Applied Materials)에 의해 제조된 클러스터 도구에서 원 위치에서 수행된다. 도 5에서, 깨끗한(원래  $\text{SiO}_2$  없음) 표면을 갖는 규소 기판(50)이 시작점이다. 도 6에서, 하부층(55)을 규소 기판(50)의 산화/질화에 의해 형성하여  $\text{SiO}_x\text{N}_y$  층을 형성한다. 도 6에서, 산화 자르코늄의 중간층(56)을, 자르코늄 t-부록사이드 및 헥산의 전구체 소스 혼합물을 사용하는 단계, 전구체 소스 혼합물을 80°C에서 기화시키는 단계 및 화학적 침착 반응기에서 산소, 오존,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  또는 이들의 혼합물과 같은 산화제의 존재 하에서  $\text{ZrO}_2$  필름을  $\text{SiO}_x\text{N}_y$  층에 침착시키는 단계를 포함하는 본 발명의 방법에 의해 형성한다. 도 7에서, 상부층(57)을  $\text{ZrO}_2$  표면의 플라즈마 질화에 의해 형성한다. 도 8에서, 폴리실리콘을 게이트 전극(52)으로서 침착시킨다. 도 9 내지 12에서, 게이트를 형성하고, 연장 주입을 수행하고, 스페이서(58)를 형성하고, 소스/드레인 주입을 수행하여 전체적으로 형성된 디바이스를 제조한다. 접촉 형성 등의 후속 단계는 도시되지 않는다.

### 실시예 13

#### 금속 게이트를 사용하는 트랜지스터의 제조

이 실시예에서, 본 발명의 방법을 사용하여 금속 게이트를 사용하는 트랜지스터를 제조한다. 도 1에 도시된 바와 같이, CMOS 절전 회로는 단일 기판(10)에 형성된 n형 전기장 효과 트랜지스터(NFET) 및 p형 전기장 효과 트랜지스터(PFET) 둘 다를 함유한다. NFET 디바이스(11)를 기판(10)의 p형 전도성 영역(13)에 형성하고, 게이트 유전체(15)에 형성된 게이트 전극(14), 및 게이트 전극(14)의 측방향으로 마주하는 면에 형성된 한 쌍의 n형 소스/드레인 영역(16)을 함유한다. 유사하게, PFET 디바이스(17)를 기판(10)의 n형 전도성 영역(18)에 형성하고, 게이트 유전체(15)에 형성된 게이트 전극(19), 및 게이트 전극(19)의 마주하는 측벽을 따라 형성된 한 쌍의 p형 전도성 소스/드레인 영역(20)을 함유한다. NFET 및 PFET 디바이스는 얇은 트렌치 격리부(21) 및 스페이서(22)에 의해 격리된다. 이 실시예에서, 게이트 전극(14 또는 19)는 적당한 일 함수를 갖는 벌크 금속 또는 합금으로 이루어진다. NFET 디바이스(11)의 게이트 전극(14)에 적합한 금속은 Al, Ag, Bi, Cd, Fe, Ga, Hf, In, Mn, Nb, Y 및 Zr 또는 이들의 합금을 포함하나 이에 제한되지 않는다. NFET에 적합한 하나 이상의 금속은 W, Mo, Cr 및 Cu와 합금시켜 게이트 전극(14)을 형성할 수 있다. PFET 디바이스(17)의 게이트 전극(19)에 적합한 금속은 Ni, Pt, Be, Ir, Te, Re 및 Rh를 포함하나 이에 제한되지 않는다. PFET에 적합한 하나 이상의 금속은 W, Mo, Cr 및 Cu와 합금시켜 게이트 전극(19)을 형성할 수 있다. 이 양태에서, 게이트 전극(14), 게이트 전극(19) 및/또는 게이트 유전체(15)를 포함하는 하나 이상의 NFET 또는 PFET 성분을 침착시킨다. 게이트 유전체(15)를 실시예 2에 기술된 바와 같이 본 발명의 방법에 의해 침착시킬 수 있다.

### 실시예 14

#### 트랜지스터의 제조

이 실시예에서, 본 발명의 방법을 사용하여 금속 게이트를 사용하는 트랜지스터를 제조한다. 도 13은 NFET 및 PFET를 포함하는 일반적인 디바이스 구조를 도시한다. 이 양태에서, NFET 및 PFET를 단일 p형 전도성 기판(60)에 형성한다. NFET 디바이스(61)를 기판(60)의 p형 전도성 영역에 형성하고, 게이트 유전체(64)에 형성된 게이트 전극(62), 및 게이트 전극(62)의 측방향으로 마주하는 면에 형성된 한 쌍의 n형 소스/드레인 영역(16)을 함유한다. 유사하게, PFET 디바이스(71)를 얇은 트렌치 격리부(73)에 의해 격리된 기판(60)의 n형 웨이(72)에 형성하고, 게이트 유전체(64)에 형성된 게이트 전극(74), 및 게이트 전극(74)의 마주하는 측벽을 따라 형성된 한 쌍의 p형 전도성 소스/드레인 영역(76)을 함유한다.

도 14 내지 23은 표준 CMOS 유동의 가능한 제조 순서의 하나의 예를 도시하는 부분 단면도이다. 도 14에서, 얇은 트렌치 격리부(STI)(73) 및 N-웨이(72)를 갖는 규소 기판(60)을 p형 전도성 기판의 일부에 형성한다. 도 15에서, 게이트 유전체(64) 및 차폐층(예를 들면,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ )을 기판에 형성한다. 게이트 유전체(64)를 실시예 12에 기술된 바와 같이 본 발명의 방법에 따라 침착시킬 수 있다. 도 16에서, NFET 게이트가 나가는 차폐층(77)에서의 개구를 형성한다. 도 17에서, NFET 게이트 전극(62)을 형성한다. NFET 게이트 전극(62)에 적합한 물질은 폴리실리콘, W, Mo, Ti, Cr, Cu, Fe, Mn, Nb, V, Re, Pt, Ag, Bi, Cd, Fe, Ga, Hf, In, Mn, Y, Zr 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층을 포함하나 이에 제한되지 않는다. NFET 게이트 전극(62)을 본 발명의 방법에 의해 침착시킬 수 있다. 도 18에서, 화학적-기계적-폴리쉬(CMP) 단계를 수행하여 표면을 평면화시킨다. 도 19 내지 21에서, PFET 디바이스 제조를 위해 도 16 내지 18에서 단계를 반복하는 단계를 도시한다. 도 19에서, PFET 게이트가 나가는 차폐층(77)에서의 개구를 형성한다. 도 20에서, PFET 게이트 전극(74)을 형성한다. PFET를 위한 게이트 전극(74)에 적합한 물질은 폴리실리콘, Ni, W, Mo, Ti, Cr, Te, Cu, Pd, Pt, Be, Au, Ir, Te, Rh 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층을 포함하나 이에 제한되지 않는다. PFET 게이트 전극(74)을 본 발명의 방법에 의해 침착시킬 수 있다. 도 21에서, 화학적-기계적-폴리쉬(CMP) 단계를 수행하여 표면을 평면화시킨다. 도 22에서, 연장 주입을 수행하고, 하나는 NFET를 위해 수행하고, 하나는 PFET를 위해 수행하고, 각각은 차단층을 통해 이루어진다. 도 23에서, 소스/드레인 주입을 수행하고, 스페이서(78) 형성 공정 후, 하나는 NFET를 위해 수행하고, 하나는 PFET를 위해 수행 수

행하고, 각각은 차단층을 통해 수행하여 디바이스 제조를 완성한다. 이 양태에서, 게이트 유전체 및 게이트 전극을 포함하는 하나 이상의 층 또는 층의 성분은 전구체 소스 혼합물을 포함하는 본 발명의 방법, 전구체 소스 혼합물의 기화 및 CVD 또는 ALD 반응기에서 전구체 소스 혼합물의 증기를 이용한 필름의 침착에 의해 침착된다.

#### 실시예 15

##### 스택 커패시터의 제조

이 실시예에서, 본 발명의 방법에 의해 침착된 하나 이상의 성분을 흡입시켜 집적 회로 커패시터를 제조한다. 도 20에 도시된 바와 같이, 전형적인 커패시터를 기판(30)에 형성하고, 플러그(31)에 의해 트랜지스터에 접속하고, 장벽(32)을 갖고, 하부 전극(33), 강유전성일 수 있거나 아닐 수 있는 유전성 물질(34) 및 상부 전극(35)으로 구성된다. 이 양태에서, 플러그(31), 장벽(32), 하부 전극(33), 유전성 물질(34) 및/또는 상부 전극(35)을 포함하는 하나 이상의 커패시터 성분을 본 발명의 방법에 의해 침착시킨다.

도 24 내지 28은 커패시터에 대해 가능한 제조 순서의 하나의 예를 도시하는 부분 단면도이다. 도 24에서, 트랜치를 갖는 기판(30)을 형성한다. 기판은 Si 함유 반도체 기판, 절연체 상의 규소 기판, Ge 기판, SiGe 기판, GaAs 기판 및 다른 기판, 유전체, 금속, 유기 기판, 유리, 금속 산화물, 가소성 종합체성 기판 및 이들의 혼합물, 조합물 및 층을 포함하나 이에 제한되지 않는다. 도 25에서, 플러그 물질(31) 및 선택적인 장벽(32)을 형성한다. 플러그 물질은 폴리실리콘, W, Mo, Ti, Cr 및 Cu를 포함하나 이에 제한되지 않고, 본 발명의 방법을 사용하여 침착시킬 수 있다. 선택적인 전도성 장벽(32)은 TaN, TaSiN, TiAIN, TiSiN, TaSiN, TaWN, TiWN, TaSiN, TaAlN, NbN, ZrN, TaTiN, TiSiN, TiAIN, IrO<sub>2</sub>, SiC, TiPt, TiNPT, TiAIN-Pt, Ru, RuO<sub>2</sub>, RuPt, RuO<sub>2</sub>, WSi, Ti, TiSi, 도핑되고 도핑되지 않은 폴리실리콘, Al, Pd, Ir, IrO<sub>x</sub>, Os, OsO<sub>x</sub>, MoSi, TiSi, ReO<sub>2</sub> 또는 이들의 혼합물 또는 다중층을 포함하나 이에 제한되지 않고, 본 발명의 방법을 사용하여 침착시킬 수 있다. 도 26에서, 하부 전극(33)을 형성한다. 하부 전극은 폴리실리콘, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Ru, Ir, Rh, IrO<sub>x</sub>, TaN, TaSiN, Ta, SrRuO<sub>3</sub>, LaSrCoO<sub>3</sub> 또는 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층을 포함하나 이에 제한되지 않는 전도성 물질로 이루어진다. 도 27에서, 유전성 물질(34)을 형성한다. 유전성 물질은 SiO<sub>2</sub>, SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, 금속 산화물, 예를 들면 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 이들의 합금, 혼합물 또는 층 또는 다성분 금속 산화물, 예를 들면 화학식 AB<sub>3</sub>(여기서, B는 Al, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W 및 Cu로 구성된 군으로부터 선택된 금속을 함유하는 하나 이상의 산성 산화물이고, A는 약 1 내지 약 3의 양의 형식 전하를 갖는 하나 이상의 추가의 양이온이다)을 갖는 퍼보스카이트형 산화물을 포함하나 이에 제한되지 않는 임의의 절연 물질로 이루어진다. 예는 바륨 스트론튬 티타네이트, 바륨 스트론튬 지르코네이트, 바륨 스트론튬 하프네이트, 납 티타네이트, 이트륨 알루미네이트, 란탄 알루미네이트, 납 지르코늄 티타네이트, 회토류 도핑된 실리케이트를 포함하는 실리케이트, 예를 들면 하프늄 실리케이트 및 지르코늄 실리케이트를 포함하나 이에 제한되지 않는다. 도 28에서, 상부 전극(35)을 형성한다. 상부 전극은 폴리실리콘, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Ru, Ir, Rh, IrO<sub>x</sub>, RuO<sub>x</sub>, TaN, TaSiN, Ta, SrRuO<sub>3</sub>, LaSrCoO<sub>3</sub> 또는 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층을 포함하나 이에 제한되지 않는 전도성 물질로 이루어진다. 상부 및 하부 전극은 동일하거나 상이할 수 있다. 이 양태에서, 플러그, 장벽, 하부 전극, 유전체 및/또는 상부 전극을 포함하는 하나 이상의 층은 전구체 소스 혼합물을 포함하는 본 발명의 방법, 전구체 소스 혼합물의 기화 및 CVD 또는 ALD 반응기에서 전구체 소스 혼합물의 증기를 이용한 필름의 침착에 의해 침착된다.

#### 실시예 16

##### 트랜치 커패시터의 제조

이 실시예에서, 본 발명에 의해 침착된 하나 이상의 성분을 흡입하여 집적 회로 트랜치 커패시터를 제조한다. 기판(30) 상에서 트랜치 커패시터의 제조를 위해 하나의 가능한 예를 도 30에서 도시한다. 커패시터 리세스를 기판(30)에 형성하고 플러그(31)를 통해 밑에 있는 회로에 접속한다. 회로를 유전성 절연층(격리 유전체)(83)으로 덮는다. 기판은 Si 함유 반도체 기판, 절연체 상의 규소 기판, Ge 기판, SiGe 기판, GaAs 기판 및 다른 기판, 유전체, 금속, 유기 기판, 유리, 금속 산화물, 가소성 종합체성 기판 및 이들의 혼합물, 조합물 및 층을 포함하나 이에 제한되지 않는다. 유전성 절연층(격리 유전체)(83)은 SiO<sub>2</sub>, SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, 포스포실리케이트 유리, 또는 금속 산화물, 예를 들면 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 혼합물 또는 다중층을 포함하나 이에 제한되지 않는 임의의 절연 물질로부터 선택된다. 플러그 위에 커패시터 리세스를 선택적인 전도성 장벽층(32), 하부 전극층(33), 유전층(34) 및 상부 전극층(35) 및 선택적인 유전성 버퍼층(36)의 순서로 침착시킨다. 플러그 물질은 폴리실리콘, W, Mo, Ti, Cr 및 Cu를 포함하나 이에 제한되지 않는 통상적인 전도성 물질로 이루어지고, 본 발명의 방법을 사용하여 침착시킬 수 있다. 선택적인 전도성 장벽은 TaN, TaSiN, TiAIN, TiSiN, TaSiN, TaWN, TiWN, TaSiN, TaAlN, NbN, ZrN, TaTiN, TiSiN, TiAIN, IrO<sub>2</sub>, SiC, TiPt, TiNPT, TiAIN-Pt, Ru, RuO<sub>2</sub>, RuPt, RuO<sub>2</sub>, WSi, Ti, TiSi, 도핑되고 도핑되지 않은 폴리실리콘, Al, Pd, Ir, IrO<sub>x</sub>, Os, OsO<sub>x</sub>, MoSi, TiSi, ReO<sub>2</sub> 또는 이들의 혼합물 또는 다중층을 포함하나 이에 제한되지 않는 통상적인 전도성 물질로 이루어지고, 본 발명의 방법을 사용하여 침착시킬 수 있다. 하부 전극(33)은 폴리실리콘, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Ru, Ir, Rh, IrO<sub>x</sub>, RuO<sub>x</sub>, TaN, TaSiN, Ta, SrRuO<sub>3</sub>, LaSrCoO<sub>3</sub> 또는 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층을 포함하나 이에 제한되지 않는 전도성 물질(34)은 SiO<sub>2</sub>, SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, 금속 산화물, 예를 들면 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 이들의 혼합물 또는 층 또는 다성분 금속 산화물, 예를 들면 화학식 AB<sub>3</sub>(여기서, B는 Al, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W 및 Cu로 구성된 군으로부터 선택된 금속을 함유하는 하나 이상의 산성 산화물이고, A는 약 1 내지 약 3의 양의 형식 전하를 갖는 하나 이상의 추가의 양이온이다)을 갖는 퍼보스카이트형

산화물을 포함하나 이에 제한되지 않는 임의의 절연 물질로 이루어진다. 예는 바륨 스트론튬 티타네이트, 바륨 스트론튬 지르코네이트, 바륨 스트론튬 하프네이트, 납 티타네이트, 이트륨 알루미네이트, 란탄 알루미네이트, 납 지르코늄 티타네이트, 희토류 도핑된 실리케이트를 포함하는 실리케이트, 예를 들면 하프늄 실리케이트 및 지르코늄 실리케이트를 포함하나 이에 제한되지 않는다. 상부 전극(35)은 폴리실리콘, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Ru, Ir, Rh,  $IrO_x$ ,  $RuO_x$ , TaN, TaSiN, Ta,  $SrRuO_3$ ,  $LaSrCoO_3$  또는 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층을 포함하나 이에 제한되지 않는 전도성 물질로 이루어진다. 상부 및 하부 전극은 동일하거나 상이할 수 있다. 선택적인 유전성 장벽은  $SiO_2$ ,  $SiO_xN_y$ ,  $Si_3N_4$ , TiON, AlN, SiN, TiN, 금속 산화물, 예를 들면  $Ta_2O_5$ ,  $TiO_2$ ,  $ZrO_2$ ,  $HfO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $La_2O_3$ ,  $Y_2O_3$ , 이들의 합금, 혼합물 또는 층, 또는 다성분 금속 산화물을 포함하나 이에 제한되지 않는 임의의 절연 물질로 이루어진다. 순차적으로 침착된 층을 평면화하여 커패시터 리세스에서 트렌치 커패시터를 수득한다. 절연 패시베이션층(37) 및 층간 유전층(38)을 침착시켜 커패시터 리세스에서 트렌치 커패시터 위에 장벽 구조체를 형성한다. 절연 패시베이션층(37)은  $SiO_2$ ,  $SiO_xN_y$ ,  $Si_3N_4$ , TiON, AlN, SiN, TiN, 금속 산화물, 예를 들면  $Ta_2O_5$ ,  $TiO_2$ ,  $ZrO_2$ ,  $HfO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $La_2O_3$ ,  $Y_2O_3$ , 이들의 합금, 혼합물 또는 층을 포함하나 이에 제한되지 않는 임의의 절연 물질로 이루어진다. 층간 유전체(38)는  $SiO_2$ ,  $SiO_xN_y$ ,  $Si_3N_4$ , 포스포실리케이트 유리 또는 금속 산화물, 예를 들면  $Al_2O_3$ , 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 혼합물 또는 다중층을 포함하나 이에 제한되지 않는 임의의 절연 물질로부터 선택된다. 비아를 장벽 구조체에서 형성한다. 확산 장벽층(81) 및 금속화층(82)을 장벽 구조체와 비아 위에 침착시킨다. 확산 장벽층(81)은 WN, TiN 또는 TaN을 포함하나 이에 제한되지 않는다. 금속화층(82)은 Al, W, Mo, Ti, Cr 또는 Cu, 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 또는 층을 포함하나 이에 제한되지 않는 임의의 전도성 물질로부터 선택된다. 이 양태에서, 전도성 장벽 물질, 하부 전극, 유전성 물질, 상부 전극, 절연 패시베이션층, 층간 유전체, 확산 장벽층, 격리 유전체 및 금속화층을 포함하나 이에 제한되지 않는 하나 이상의 트렌치 커패시터 성분을 본 발명의 방법에 의해 침착시킨다.

### 실시예 17

#### 배선 구조체의 제조

이 실시예에서, 본 발명에 의해 침착된 하나 이상의 성분을 훈입하여 집적 회로 배선 구조체를 제조한다. 도 3a에 도시된 바와 같이, 트렌치(41) 및 비아(42)를  $SiO_2$ ,  $SiO_xN_y$ ,  $Si_3N_4$ , 포스포실리케이트 유리, 또는 금속 산화물, 예를 들면  $Al_2O_3$ , 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 혼합물 또는 다중층을 포함하나 이에 제한되지 않는 임의의 절연 물질로부터 선택된 유전층(43) 내로 예칭시켜 전형적인 배선 구조체를 형성한다. 금속화층을 물결무늬 또는 이중 물결무늬 공정 또는 석판인쇄 및 에칭에 의해 패턴화시킬 수 있다. 유전층(43) 밑에 Al, W, Mo, Ti, Cr 또는 Cu, 이들의 합금, 혼합물 또는 층을 포함하나 이에 제한되지 않는 임의의 전도성 물질로부터 선택된 금속 박막 와이어(44), 및  $SiO_2$ ,  $SiO_xN_y$ ,  $Si_3N_4$ , 포스포실리케이트 유리, 또는 금속 산화물, 예를 들면  $Al_2O_3$ , 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 혼합물 또는 다중층을 포함하나 이에 제한되지 않는 임의의 절연 물질로부터 선택된 유전층(45)이 있다. 도 3b에서, 트렌치 및 비아를 WN, TiN 또는 TaN을 포함하나 이에 제한되지 않는 장벽 물질(46) 및 Al, W, Mo, Ti, Cr 또는 Cu, 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 또는 층을 포함하나 이에 제한되지 않는 임의의 전도성 물질로부터 선택된 배선 금속(47)으로 충전시킨다. 이 양태에서, 유전층, 금속 박막 와이어, 장벽 물질 및/또는 배선 금속을 포함하는 하나 이상의 배선 구조체 성분을 본 발명의 방법에 의해 침착시킨다.

본 발명은 그의 바람직한 양태에 대해 특별하게 나타내고 기술되지만, 당해 분야의 숙련자들은 형태 및 상세한 내용의 전술된 다른 변화가 본 발명의 진의 및 범주로부터 벗어나지 않으면서 이루어질 수 있는 것으로 생각한다. 따라서, 본 발명은 기술되고 예시된 정확한 형태 및 상세한 내용으로 제한되어서는 안 되고 첨부된 특허청구범위의 범주 내에 있고자 한다.

#### **발명의 효과**

본 발명의 전구체 소스 혼합물은 여러 전자 디바이스에서 사용될 수 있는 얇은 침착층 또는 필름을 형성하는데 사용된다.

#### **(57) 청구의 범위**

##### 청구항 1

불활성 액체에 용해되거나 유화되거나 혼탁되는, 하기 화학식 1을 갖는 하나 이상의 전구체 화합물을 포함하는 전구체 소스 혼합물:

화학식 1



상기 식에서,

M은 Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ti, Zr, Hf, Sc, Y, La, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Ti, Si, Ge, Sn, Pb, As, P, Sb 및 Bi로 구성된 군으로부터 선택된 원소이고;

$R^1$  및  $R^2$ 는 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알kin, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드

라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴 및 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체로 구성된 군으로부터 선택된 동일하거나 상이한 리간드이고;

A는 포스핀, 포스파이트, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클 (macrocyclic), 시프 염기 (schiff base), 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트, 알킨 및 물로 구성된 군으로부터 선택된 임의적으로 배위 결합되거나 연결된 리간드이고;

x는 1 이상이고;

x+y는 M의 원자가와 동일하고;

z는 0 이상이다.

## 청구항 2

제 1 항에 있어서,

불활성 액체가 지방족 탄화수소, 방향족 탄화수소, 알콜, 에테르, 알데하이드, 케톤, 산, 페놀, 에스테르, 아민, 알킬니트릴, 할로겐화 탄화수소, 실릴화 탄화수소, 티오에테르, 아민, 시아네이트, 이소시아네이트, 티오시아네이트, 실리콘 오일, 니트로알킬, 알킬니트레이트 또는 이들의 혼합물인 전구체 소스 혼합물.

## 청구항 3

제 1 항에 있어서,

MOI Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ti, Zr, Hf, Sc, Y, La, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, P, Sb 또는 Bi이고; R<sup>1</sup>이 하이드라이드이고; R<sup>2</sup>가 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴, 또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체이고; A가 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 또는 물인 전구체 소스 혼합물.

## 청구항 4

제 1 항에 있어서,

MOI Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb 또는 Bi이고; R<sup>1</sup>이 C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub> 알킬 또는 C<sub>4</sub>-C<sub>12</sub> 사이클로알킬이고; R<sup>2</sup>가 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴, 또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체이고; A가 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 또는 물인 전구체 소스 혼합물.

## 청구항 5

제 1 항에 있어서,

MOI Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb 또는 Bi이고; R<sup>1</sup>이 C<sub>2</sub>-C<sub>8</sub> 알케닐, C<sub>4</sub>-C<sub>12</sub> 사이클로알케닐 또는 C<sub>5</sub>-C<sub>18</sub> 아릴이고; R<sup>2</sup>가 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체이고; A가 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 또는 물인 전구체 소스 혼합물.

## 청구항 6

제 1 항에 있어서,

MOI Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb 또는 Bi이고; R<sup>1</sup>이 카보닐이고; R<sup>2</sup>가 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체이고; A가 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 또는 물인 전구체 소스 혼합물.

## 청구항 7

제 1 항에 있어서,

Mo, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb 또는 Bi이고; R<sup>1</sup>이 알콕시 또는 실록시이고; R<sup>2</sup>가 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체이고; A가 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 또는 물인 전구체 소스 혼합물.

## 청구항 8

제 1 항에 있어서,

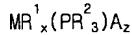
Mo, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb 또는 Bi이고; R<sup>1</sup>이 아미드이고; R<sup>2</sup>가 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체이고; A가 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 또는 물인 전구체 소스 혼합물.

## 청구항 9

제 1 항에 있어서,

전구체 화합물이 하기 화학식 2를 갖는 전구체 소스 혼합물:

화학식 2



상기 식에서,

M은 Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag 또는 Au이고;

R<sup>1</sup> 및 R<sup>2</sup>는 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체로 구성된 군으로부터 선택된 리간드이고;

A는 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 및 물로 구성된 군으로부터 선택된 임의적으로 배위 결합된 리간드이고;

x는 1 이상이고;

y는 0 이상이고;

z는 0 이상이고;

x+y는 M의 원자가와 동일하다.

## 청구항 10

제 1 항에 있어서,

Mo, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Th, Pa, U, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb 또는 Bi이고; R<sup>1</sup>이 니트레이트이고; R<sup>2</sup>가 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴, 또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체이고; A가 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 또는 물인 전구체 소스 혼합물.

## 청구항 11

제 1 항에 있어서,

Mo, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb,

Lu, Th, Pa, U, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Ti, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb 또는 Bi이고; R<sup>1</sup>이 할라이드이고; R<sup>2</sup>가 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴, 또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체이고; A가 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리텐, 니트라이트 또는 물인 전구체 소스 혼합물.

## 청구항 12

제 1 항에 있어서,

Mo, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Th, Pa, U, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Ti, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb 또는 Bi이고; R<sup>1</sup>이 실릴이고; R<sup>2</sup>가 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체이고; A가 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리텐, 니트라이트 또는 물인 전구체 소스 혼합물.

## 청구항 13

제 1 항에 있어서,

Mo Pt이고; R<sup>1</sup> 및 R<sup>2</sup>가 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴, 또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체이고; A가 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리텐, 니트라이트 또는 물인 전구체 소스 혼합물.

## 청구항 14

제 1 항에 있어서,

불활성 액체가 하나 이상의 전구체 화합물보다 높은 온도에서 기화하는 전구체 소스 혼합물.

## 청구항 15

제 2 항에 있어서,

불활성 액체가 C<sub>5</sub>–C<sub>12</sub> 알칸인 전구체 소스 혼합물.

## 청구항 16

제 1 항에 있어서,

불활성 액체가 첨가제를 불활성 액체의 30 부피% 이하로 함유하는 전구체 소스 혼합물.

## 청구항 17

제 16 항에 있어서,

첨가제가 추가의 전구체 리간드 또는 추가의 전구체 부가물이거나, 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 피리딘, 헤테로사이클, 테트라하이드로푸란, 디메틸포름아미드, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드 및 알킨으로 구성된 군으로부터 선택된 다른 배위 화합물인 전구체 소스 혼합물.

## 청구항 18

제 16 항에 있어서,

첨가제가 메탄올, 에탄올, 이소프로판올, 네오펜탄올, 트리메틸아민, 디에틸에틸아민, 디에틸메틸아민, 트리에틸아민, 디메틸아민, 디에틸아민, 비스트리메틸실릴아민, 암모니아, 에틸렌디아민, 프로필렌디아민, 트리메틸에틸렌디아민, 트리페닐포스핀, 트리에틸포스핀, 트리메틸포스핀, 알릴, 사이클로펜타디엔, 벤젠, 에틸벤젠, 톨루엔, 사이클로헥사디엔, 사이클로옥타디엔, 사이클로헵타트리엔, 사이클로옥타데트라엔, 메시밀렌, 테트라하이드로푸란, 디메틸포름아미드, 디메틸설포사이드, 부틸 아세테이트, 아세트산, 에틸헥사노산, 메탄, 에탄, 피리딘 및 PF<sub>3</sub>으로 구성된 군으로부터 선택되는 전구체 소스 혼합물.

## 청구항 19

제 1 항에 있어서,

불활성 액체가,

지방족 탄화수소, 방향족 탄화수소, 알콜, 에테르, 알데하이드, 케톤, 산, 페놀, 에스테르, 아민, 알킬니트릴, 할로겐화 탄화수소, 실릴화 탄화수소, 티오에테르, 아민, 시아네이트, 이소시아네이트, 티오시아네이트, 실리콘 오일, 니트로알킬, 알킬니트레이트 및/또는 상기 화합물을 중 하나 이상의 혼합물을 구성된 군으로부터 선택된 둘 이상의 성분; 및

추가의 전구체 리간드, 추가의 전구체 부가물, 및 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 슬파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 피리딘, 헤테로사이클, 테트라하이드로푸란, 디메틸포름아미드, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드 및 알킨으로 구성된 군으로부터 선택된 다른 배위 화합물을 구성된 군으로부터 선택된 첨가제로 이루어지며,

상기 첨가제를 불활성 액체의 30 부피% 이하로 포함하는 전구체 소스 혼합물.

#### 청구항 20

제 19 항에 있어서,

첨가제가 메탄을, 에탄을, 이소프로판을, 네오펜탄을, 트리메틸아민, 디메틸에틸아민, 디에틸메틸아민, 트리에틸아민, 디메틸아민, 디에틸아민, 비스트리메틸실릴아민, 암모니아, 에틸렌디아민, 프로필렌디아민, 트리메틸에틸에틸렌디아민, 트리페닐포스핀, 트리에틸포스핀, 트리메틸포스핀, 알릴, 사이클로펜타디엔, 벤젠, 에틸벤젠, 툴루엔, 사이클로헥사디엔, 사이클로옥타디엔, 사이클로헵타트리엔, 사이클로옥타테트라엔, 메시틸렌, 테트라하이드로푸란, 디메틸포름아미드, 디메틸슬록사이드, 부틸 아세테이트, 아세트산, 에틸헥사노산, 메탄, 에탄, 피리딘 및  $\text{PF}_3$ 으로 구성된 군으로부터 선택되는 전구체 소스 혼합물.

#### 청구항 21

제 1 항에 있어서,

불활성 액체가  $\text{C}_5\text{--C}_{12}$  알칸으로 이루어지고 추가의 전구체 리간드, 추가의 전구체 부가물, 또는 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 슬파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 피리딘, 헤테로사이클, 테트라하이드로푸란, 디메틸포름아미드, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드 및 알킨으로 구성된 군으로부터 선택된 다른 배위 화합물을 구성된 군으로부터 선택된 첨가제를 불활성 액체의 30 부피% 이하로 포함하는 전구체 소스 혼합물.

#### 청구항 22

제 21 항에 있어서,

첨가제가 메탄을, 에탄을, 이소프로판을, 네오펜탄을, 트리메틸아민, 디메틸에틸아민, 디에틸메틸아민, 트리에틸아민, 디메틸아민, 디에틸아민, 비스트리메틸실릴아민, 암모니아, 에틸렌디아민, 프로필렌디아민, 트리메틸에틸에틸렌디아민, 트리페닐포스핀, 트리에틸포스핀, 트리메틸포스핀, 알릴, 사이클로펜타디엔, 벤젠, 에틸벤젠, 툴루엔, 사이클로헥사디엔, 사이클로옥타디엔, 사이클로헵타트리엔, 사이클로옥타테트라엔, 메시틸렌, 테트라하이드로푸란, 디메틸포름아미드, 디메틸슬록사이드, 부틸 아세테이트, 아세트산, 에틸헥사노산, 메탄, 에탄, 피리딘 또는  $\text{PF}_3$ 인 전구체 소스 혼합물.

#### 청구항 23

제 1 항에 있어서,

하나 이상의 전구체 화합물이 디메틸-, 디에틸- 또는 디이소부틸-B, Al, Ga, In, As 또는 Sb 하이드라이드;  $\text{Me}_2\text{AlH}(\text{NEtMe}_2)$ ; 3급-부틸아트로신;  $(\text{Me}_3\text{N})\text{AlH}_3$ ;  $(\text{EtMe}_2\text{N})\text{AlH}_3$ ;  $(\text{Et}_3\text{N})\text{AlH}_3$ ;  $\text{Cp}_2\text{WH}_2$ ;  $\text{Cp}_2\text{MoH}_2$ ; 트리메틸-, 트리이소부틸-, 트리-n-프로필-, 트리-이소프로필-, 트리-n-부틸-, 트리네오펜틸- 또는 에틸디메틸-B, Al, Ga, In, As 또는 Sb; 테트라메틸-, 테트라에틸-, 테트라페닐- 또는 테트라-n-부틸-Si, Ti, Zr, Hf, Ge, Sn 또는 Pb; 디알릴-, 디에틸- 또는 디이소부틸-B, Al, Ga, In, As 또는 Sb, 하이드라이드, 클로라이드, 플루오라이드, 브로마이드, 요오다이드, Cp, 아미드, 디메틸아미드 또는 아자이드; 트리에틸-, 트리이소부틸-, 트리-n-프로필-, 트리-이소프로필-, 트리-n-부틸- 또는 에틸디메틸-B, Al, Ga, In, As 또는 Sb 트리메틸아민, 디에틸메틸아민, 디메틸에틸아민 또는 트리에틸아민; 디메틸- 또는 디에틸-Zn, Cd 또는 Hg;  $(\text{네오펜틸})_4\text{Cr}$ ;  $\text{Et}_3\text{Pb}(\text{네오펜토시})$ ;  $\text{Cp}_2\text{Me}_2\text{Zr}$ ;  $(\text{MeNC})_2\text{PtMe}_2$ ;  $\text{CpIr}(\text{C}_2\text{H}_4)_2$ ; 비스Cp-Co, Mo, Fe, Mn, Ni, Ru, V, Os, Mg 또는 Cr; 비스에틸벤젠; 비스벤젠-Co, Mo 또는 Cr; 트리페닐-Bi, Sb 또는 As; 트리비닐붕소; 트리스Cp-Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, D, Ho, Er, Tm, Yb 또는 Lu; 테트라Cp-Th, Pa, U, Np, Pu 또는 Am 트리스알릴이리듐;  $\text{CpCr}(\text{CO})_2$ ;  $\text{Cp}_2\text{ZrMe}_2$ ;  $\text{CpCuPEt}_2$ ;  $\text{CpIn}$ ;  $\text{CpIr}(\text{사이클로옥타디엔})$ ;  $\text{CpPd}(\text{알릴})$ ;  $\text{CpGaMe}_2$ ;  $\text{CpGaEt}_2$ ; (사이클로헥사디엔) $\text{FeCO}_3$ ; (사이클로옥타테트라엔) $\text{FeCO}_3$ ; 에틸페로센;  $\text{CpMn}(\text{CO})_3$ ; (사이클로헵타트리엔) $\text{Mo}(\text{CO})_3$ ;  $\text{TiCp}$ ;  $\text{CpWH}_2$ ; (메시틸렌) $\text{W}(\text{CO})_3$ ;  $\text{CpRe}(\text{CO})_3$ ;  $\text{CpRh}(\text{CO})_2$ ;  $\text{Ir}(\text{알릴})_3$ ;  $\text{Pt}(\text{알릴})_2$ ;  $\text{CpIr}(\text{사이클로옥타디온})$ ;  $[\text{Ir}(\text{OMe})(\text{사이클로옥타디온})_2]$ ;  $\text{Ru}(\text{사이클로옥타디온})(\text{알릴})_2$ ;  $\text{Ru}_3(\text{CO})_{12}$ ;  $\text{Fe}(\text{CO})_5$ ;  $\text{Co}_2(\text{Co})_8$ ;  $\text{Ru}(\text{CO})_3(1,3-\text{사이클로헥사디엔})$ ;  $\text{Os}_3(\text{CO})_{12}$ ;  $\text{Cr}(\text{CO})_6$ ;  $\text{Cp}(\text{CO})_2$ ;  $\text{Mn}_2(\text{CO})_{10}$ ;  $\text{CpMn}(\text{CO})_3$ ; (사이클로헵타트리엔) $\text{Mo}(\text{CO})_3$ ;  $\text{Mo}(\text{CO})_6$ ;  $\text{Ni}(\text{CO})_4$ ;  $\text{Re}_2(\text{CO})_{10}$ ;  $\text{CpRe}(\text{CO})_3$ ;  $\text{CpRh}(\text{CO})_2$ ;  $\text{Ru}_3(\text{CO})_{12}$ ;  $\text{W}(\text{CO})_6$ ;  $\text{CpV}(\text{CO})_4$ ;  $\text{CF}_3\text{Co}(\text{CO})_4$ ;  $\text{Pt}(\text{CO})_2(\text{사이클로옥타디온})$ ;  $\text{Ir}(\text{CO})_2(\text{사이클로옥타디온})$ ;  $(\text{CO})_4\text{Fe}[\text{P}(\text{OCH}_3)_3]$ ;  $(\text{CO})_4\text{Fe}[\text{N}(\text{CH}_3)_3]$ ;  $\text{CoNO}(\text{CO})_3$ ; 부톡시,  $\text{OCH}(\text{CF}_3)_2$ ,  $\text{OCMe}_2(\text{CF}_3)_2$ ,  $\text{OCi}(\text{CH}_3)_2$ ,  $\text{OC}(\text{CH}_3)_3$ ,  $\text{OC}(\text{SiMe}_3)_3$  또는  $\text{OC}(\text{CF}_3)_3$ ; Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Cu, Ag, Au, Hg 또는 Ti; 테트라-메톡시, 테트라-에톡시, 테트라-이소프로록시, 테트라-부톡시, 테트라-3급-부톡시, 테트라-이소부톡시, 테트라-OCH( $\text{CF}_3)_2$ , 테트라-OCMe<sub>2</sub>( $\text{CF}_3)_2$ , 테트라-OCMe( $\text{CF}_3)_2$ , 테트라-OC( $\text{CH}_3)_3$ , 테트라-OC(SiMe<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, 테트라-OC( $\text{CF}_3)_3$  또는 테트라-OSi( $\text{CH}_3)_3$ ; Si, Ge, Sn, Pb, Ti, Zr 또는 Hf; VO(이소프로록

시)<sub>3</sub>, 트리이소프로록시, 트리-2-급-부록시, 트리-n-부록시, 트리-이소-부록시, 트리-메록시, 트리-OCH(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 트리-OCMe<sub>2</sub>(CF<sub>3</sub>), 트리-OCMe(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 트리-OC(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, 트리-OC(SiMe<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, 트리-OC(CF<sub>3</sub>)<sub>3</sub> 또는 트리-OSi(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, B, Al, Ga, In, P, As 또는 Sb; Et<sub>3</sub>Pb(이소프로록사이드); (3급-부록시)CuPMe<sub>3</sub>; 테트라카리스(디메틸아미노), 테트라카리스(디에틸아미노) Ti, Zr, Hf, Si, Ge, Sn 또는 Pb; 디에틸아미노디에틸아르신; 디에틸아미노아르신 디클로라이드; 비스디메틸아미노아르신 클로라이드; Me<sub>2</sub>Zn(트리에틸아민)<sub>2</sub>; 디에틸아미노디메틸스탄; 트리스(디메틸아미노)포스핀; 트리스(디메틸아미노)안티몬; 트리스(디메틸아미노)아르신; 트리스(디메틸아미노)스티벤; 트리스-비스(트리메틸실릴)에르븀 아미드; 비스(디메틸아미노)(트리메틸에틸렌디아미노)알루미늄; (CO)<sub>4</sub>Fe[N(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>], Li, Na 또는 K N(SiMe<sub>3</sub>), 펜타디메틸아미노탄탈; 디에틸아미노디메틸주석; 헥사디메틸아미노디텅스텐; 트리스디메틸아미노(트리메틸에틸렌디아미노)티탄; CpCu(PEt<sub>3</sub>); CpCu(트리페닐포스핀); (3급-부록시)CuPMe<sub>3</sub>; Pt(PF<sub>3</sub>)<sub>4</sub>; Ni(PF<sub>3</sub>)<sub>4</sub>; Cr(PF<sub>3</sub>)<sub>6</sub>; (Et<sub>3</sub>P)<sub>3</sub>Mo(CO)<sub>3</sub>; Ir(PF<sub>3</sub>)<sub>4</sub>; Ti(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>; Zr(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>; Hf(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>; Si(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>(NO<sub>3</sub>); RuNO(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>; 갈륨 니트레이트; Sn(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>; Co(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>; VO(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>; CrO<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; TiCl<sub>4</sub>; ZnCl<sub>2</sub>; ZrCl<sub>2</sub>; HfCl<sub>4</sub>; AlCl<sub>3</sub>; SiCl<sub>4</sub>; GaCl<sub>3</sub>; SnCl<sub>4</sub>; CoCl<sub>3</sub>; 디메틸, 디에틸 또는 디이소부틸, Al, B, Ge, Si 또는 As 할라이드; N(SiMe<sub>3</sub>)<sub>2</sub> Li, Na 또는 K; B(CH<sub>2</sub>SiMe<sub>3</sub>)<sub>3</sub>; {(Me<sub>3</sub>Si)<sub>2</sub>N}<sub>3</sub> B, Al, Ga 또는 In; (Me<sub>3</sub>SiCH<sub>2</sub>)<sub>4</sub> Li, Zr 또는 Hf; 또는 {(Me<sub>3</sub>Si)<sub>2</sub>N}<sub>2</sub> Zn, Cd 또는 Hg이고, Cp는 사이클로펜타디에닐인 전구체 소스 혼합물.

## 청구항 24

제 1 항의 전구체 소스 혼합물에서 전구체 화합물을 기화시키는 단계; 기화된 전구체를 다른 공반응물(들)을 첨가하면서 화학적 증착 또는 원자층 침착 반응기 내로 도입시키는 단계; 및 기화된 전구체의 성분을 기판 상으로 침착시켜 필름을 형성하는 단계를 포함하는 화학적 증착 또는 원자층 침착 방법.

## 청구항 25

제 24 항에 있어서,

필름이 전자 디바이스의 성분인 방법.

## 청구항 26

제 24 항에 있어서,

공반응물(들)이 기화된 전구체로부터 따로 도입되는 방법.

## 청구항 27

제 24 항에 있어서,

전구체 소스 혼합물에서 전구체를 기화시키는 단계, 다른 공반응물(들) 및 불활성 퍼지 가스를 따로 첨가하면서 기화된 전구체를 원자층 침착 반응기 내로 도입시키는 단계, 및 기화된 전구체(들), 퍼지 가스, 공반응물(들) 및 퍼지 가스의 교번 펄스를 순차적으로 도입시킴으로써 필름을 기판 상에 침착시키는 단계를 포함하는 방법.

## 청구항 28

제 24 항에 있어서,

공반응물이 환원제, 산화제, 질화제 또는 실릴화제인 방법.

## 청구항 29

제 28 항에 있어서,

환원제가 수소, 형성 가스, 실란 및 이들의 조합물로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

## 청구항 30

제 28 항에 있어서,

산화제가 산소, 오존, 물, 과산화 수소, 산화 질소 및 이들의 조합물로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

## 청구항 31

제 28 항에 있어서,

질화제가 암모니아, 하이드라진, 수소 아자이드, 3급-부틸아민, 이소프로필아민 및 이들의 조합물로부터 구성되는 방법.

## 청구항 32

제 28 항에 있어서,

실릴화제가 실란, 디실란, 클로로실란, 실릴아민, 실라잔 및 이들의 조합물로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

## 청구항 33

제 24 항에 있어서,

3종 이상의 다른 가스의 교번 팰스를 순차적으로 기판에 적용시키되, 상기 가스 중 하나는 전구체 소스 혼합물의 기화된 전구체를 포함하고 상기 기체 중 일부는 퍼지 가스이고 상기 기체 중 나머지는 환원제인 방법.

청구항 34

제 24 항에 있어서,

3종 이상의 다른 가스의 교번 팰스를 순차적으로 기판에 적용시키되, 상기 가스 중 하나는 전구체 소스 혼합물의 기화된 전구체를 포함하고 상기 기체 중 일부는 퍼지 가스이고 상기 기체 중 나머지는 질화제인 방법.

청구항 35

제 24 항에 있어서,

4종 이상의 다른 가스의 교번 팰스를 순차적으로 기판에 적용시키되, 상기 가스 중 하나는 전구체 소스 혼합물의 기화된 전구체를 포함하고 상기 기체 중 일부는 퍼지 가스이고 상기 기체 중 일부는 산화제이고 상기 기체 중 나머지는 임의의 기화된 전구체 및 제 1 항에 따른 전구체 소스 혼합물의 기화된 전구체로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 36

제 24 항에 있어서,

4종 이상의 다른 가스의 교번 팰스를 순차적으로 기판에 적용시키되, 상기 가스 중 하나는 전구체 소스 혼합물의 기화된 전구체를 포함하고 상기 기체 중 일부는 퍼지 가스이고 상기 기체 중 일부는 질화제이고 상기 기체 중 나머지는 임의의 기화된 전구체 및 제 1 항에 따른 전구체 소스 혼합물의 기화된 전구체로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 37

제 24 항에 있어서,

4종 이상의 다른 가스의 교번 팰스를 순차적으로 기판에 적용시키되, 상기 가스 중 하나는 전구체 소스 혼합물의 기화된 전구체를 포함하고 상기 기체 중 일부는 퍼지 가스이고 상기 기체 중 일부는 환원제이고 상기 기체 중 나머지는 임의의 기화된 전구체 및 제 1 항에 따른 전구체 소스 혼합물의 기화된 전구체로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 38

제 24 항에 있어서,

5종 이상의 다른 가스의 교번 팰스를 순차적으로 기판에 적용시키되, 상기 가스 중 하나는 전구체 소스 혼합물의 기화된 전구체를 포함하고 상기 기체 중 일부는 퍼지 가스이고 상기 기체 중 일부는 환원제이고 상기 기체 중 나머지는 임의의 기화된 Si 함유 전구체 및 제 1 항에 따른 전구체 소스 혼합물의 기화된 Si 함유 전구체로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 39

제 24 항에 있어서,

기판이 반도체 기판, 유전체, 금속, 유기 기판, 유리, 금속 산화물, 가소성 종합체성 기판, Si 함유 반도체 기판, 세라믹, 절연체 상의 규소(silicon-on-insulator) 기판, Ge 기판, SiGe 기판, GaAs 기판 및 이들의 다중층의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 40

제 25 항에 있어서,

전자 디바이스가 트랜지스터, 커패시터, 다이오드, 저항기, 스위치, 발광 다이오드, 레이저, 배선 구조체 또는 상호접속 구조체인 방법.

청구항 41

하부 전극층: 유전층; 상부 전극층: 및 커패시터 위에 있고 플러그 및 선택적인 장벽을 통해 하부 회로에 접속된 선택적인 유전성 버퍼층으로 이루어진 스택 또는 트랜치 커패시터 구조체의 제조방법에 있어서,

상기 커패시터 구조체 성분중 하나 이상을 제 24 항의 방법에 따라 침착시키는 것을 포함하는 커패시터 구조체의 제조 방법.

청구항 42

제 41 항에 있어서,

선택적인 유전성 장벽이  $SiO_2$ ,  $SiO_xN_y$ ,  $Si_3N_4$ ,  $TiON$ ,  $AlN$ ,  $SiN$ ,  $TiN$ ,  $Ta_2O_5$ ,  $TiO_2$ ,  $ZrO_2$ ,  $HfO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $La_2O_3$ ,  $Y_2O_3$ , 이들의 합금, 혼합물 또는 층 및 다성분 금속 산화물로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

## 청구항 43

제 41 항에 있어서,  
유전체가 강유전성 물질인 방법.

## 청구항 44

제 41 항에 있어서,  
플러그 물질이 폴리실리콘, W, Mo, Ti, Cr, Cu 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층으로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

## 청구항 45

제 41 항에 있어서,  
전도성 장벽이 TaN, TaSiN, TiAIN, TiSiN, TaSiN, TaWN, TiWN, TaSiN, TaAIN, NbN, ZrN, TaTiN, TiSiN, TiAIN, IrO<sub>x</sub>, Os, OsO<sub>x</sub>, MoSi, TiSi, ReO<sub>2</sub> 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층으로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

## 청구항 46

제 41 항에 있어서,  
하부 전극이 전도성 물질, 폴리실리콘, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Ru, Ir, Rh, IrO<sub>x</sub>, TaN, TaSiN, Ta, SrRuO<sub>3</sub>, LaSrCoO<sub>3</sub> 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층으로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

## 청구항 47

제 41 항에 있어서,  
유전성 물질이 SiO<sub>2</sub>, SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 다성분 금속 산화물, 화학식 AB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(여기서, B는 Al, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W 및 Cu로 구성된 군으로부터 선택된 금속을 함유하는 하나 이상의 산성 산화물이고, A는 약 1 내지 약 3의 양의 형식 전하를 갖는 하나 이상의 추가의 양이온이다)을 갖는 퍼보스카이트형 산화물, 바륨 스트론튬 티타네이트, 바륨 스트론튬 지르코네이트, 바륨 스트론튬 하프네이트, 납 티타네이트, 이트륨 알루네이트, 란탄 알루네이트, 납 지르코늄 티타네이트, 스트론튬 비스무트 탄탈레이트, 스트론튬 비스무트 니오베이트, 비스무트 티타네이트, 란탄 실리케이트, 이트륨 실리케이트, 하프늄 실리케이트, 지르코늄 실리케이트, 희토류 도핑된 실리케이트 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층으로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

## 청구항 48

제 41 항에 있어서,  
상부 전극이 폴리실리콘, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Ru, Ir, Rh, IrO<sub>x</sub>, TaN, TaSiN, Ta, SrRuO<sub>3</sub>, LaSrCoO<sub>3</sub> 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층으로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

## 청구항 49

유전층 내로 에칭된 트렌치 및 비아, 유전체와 배선 물질 사이의 선택적인 장벽 물질, 및 배선 물질로 이루어진 배선 구조체의 제조 방법에 있어서,

상기 배선 구조체 성분 중 하나 이상을 제 24 항의 방법에 따라 침착시키는 것을 포함하는 배선 구조체의 제조 방법.

## 청구항 50

제 49 항에 있어서,  
유전층이 SiO<sub>2</sub>, SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, 포스포실리케이트 유리, 금속 산화물, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층으로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

## 청구항 51

제 49 항에 있어서,  
선택적인 장벽 물질이 WN, TiN, TaN, SiO<sub>2</sub>, SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, 포스포실리케이트 유리, 금속 산화물, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층으로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

## 청구항 52

제 49 항에 있어서,  
배선 물질이 폴리실리콘, Al, W, Mo, Ti, Cr, Cu 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층으로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

## 청구항 53

소스 영역, 드레인 영역 및 상기 소스 영역과 드레인 영역 사이의 채널 영역을 갖는 기판, 상기 채널 영역 및 상기 채널 영역의 상부에 정렬된 게이트 유전체, 및 상기 게이트 유전체 및 상기 게이트 유전체 영역의 상부에 정렬된 게이트 전극으로 이루어진 전자 디바이스의 제조 방법에 있어서,

상기 디바이스 성분 중 하나 이상을 제 24 항의 방법에 따라 침착시키는 것을 포함하는 전자 디바이스의 제조 방법.

## 청구항 54

제 53 항에 있어서,

게이트 유전체가  $SiO_2$ ,  $SiO_xN_y$ ,  $Si_3N_4$ ,  $Ta_2O_5$ ,  $TiO_2$ ,  $ZrO_2$ ,  $HfO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $La_2O_3$ ,  $Y_2O_3$ , 다성분 금속 산화물, 화학식  $ABO_3$ (여기서, B는 Al, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W 및 Cu로 구성된 군으로부터 선택된 금속을 함유하는 하나 이상의 산성 산화물이고, A는 약 1 내지 약 3의 양의 형식 전하를 갖는 하나 이상의 추가의 양이온이다)을 갖는 퍼보스카이트형 산화물, 바륨 스트론튬 티타네이트, 바륨 스트론튬 지르코네이트, 바륨 스트론튬 하프네이트, 납 티타네이트, 이트륨 알루네이트, 란탄 알루네이트, 납 지르코늄 티타네이트, 스트론튬 비스무트 탄탈레이트, 스트론튬 비스무트 니오븀이트, 비스무트 티타네이트, 란탄 실리케이트, 이트륨 실리케이트, 하프늄 실리케이트, 지르코늄 실리케이트, 희토류 도핑된 실리케이트 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층으로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

## 청구항 55

제 53 항에 있어서,

게이트 유전체가 하나 이상의 층으로 이루어진 방법.

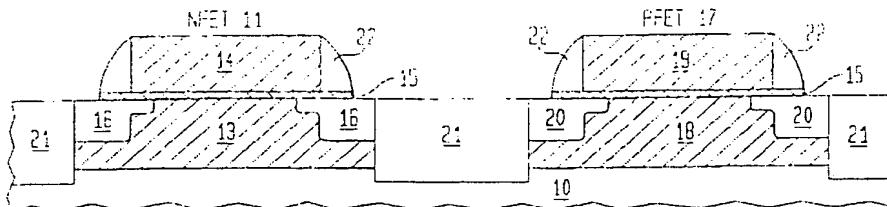
## 청구항 56

제 53 항에 있어서,

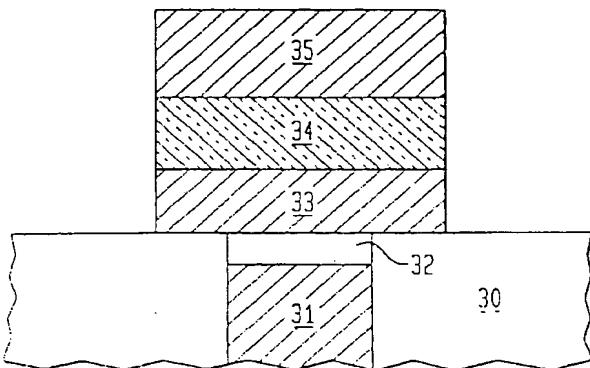
게이트 전극이 폴리실리콘, Al, Ag, Bi, Cd, Fe, Ga, Hf, In, Mn, Nb, Y, Zr, Pt, Be, Ir, Te, Re, Rh, W, Mo, Cr, Fe, Pd, Au, Rh, Ti, Cr, Cu 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층으로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

## 도면

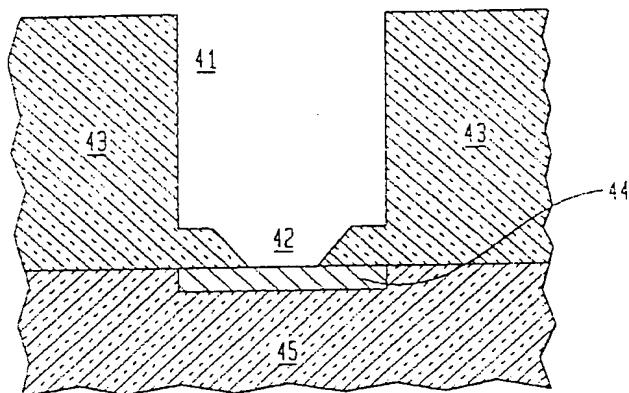
## 도면1



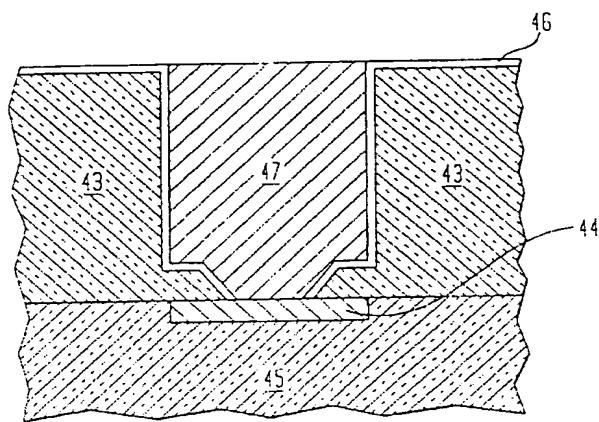
## 도면2



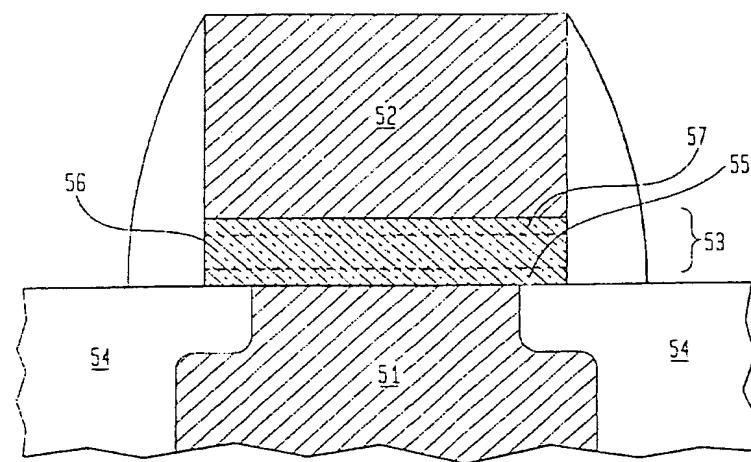
도면3a



도면3b



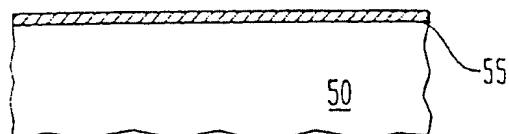
도면4



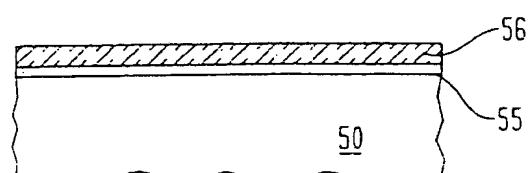
도면5



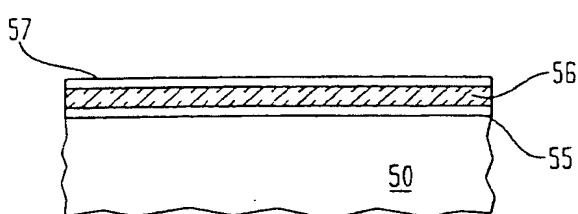
도면6



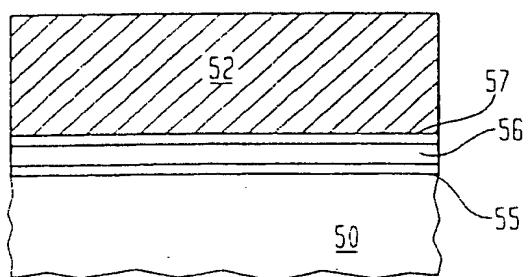
도면7



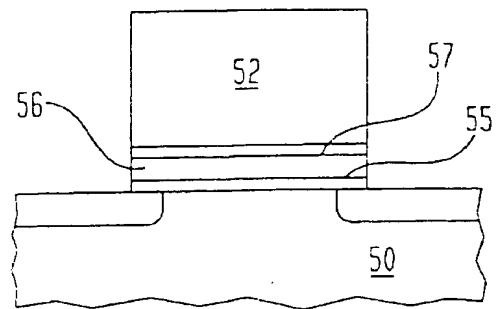
도면8



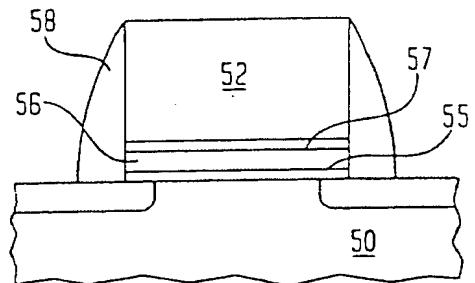
도면9



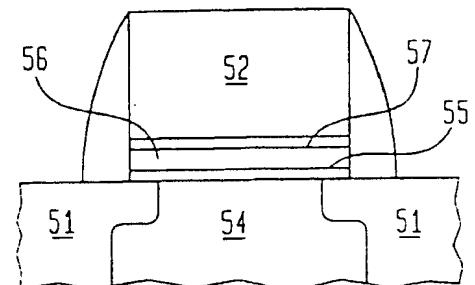
도면10



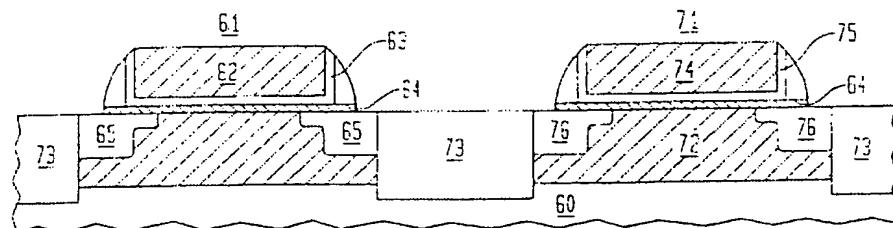
도면11



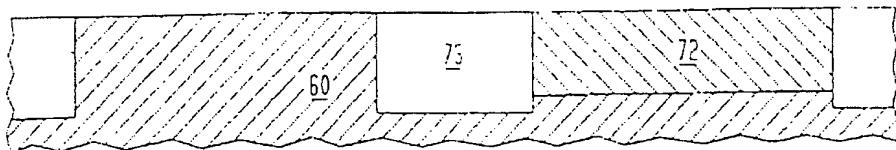
도면12



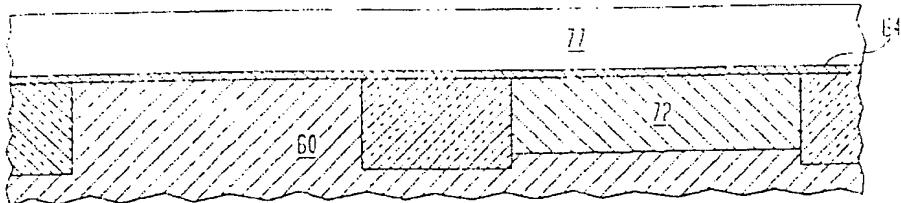
도면13



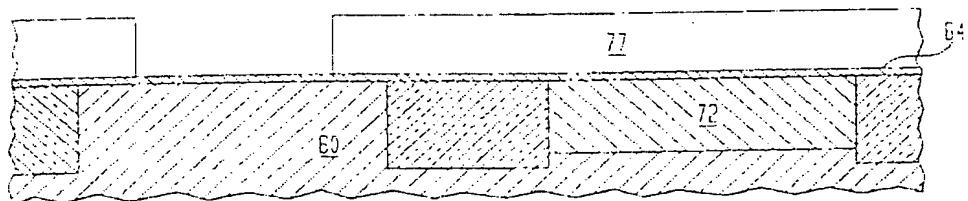
도면14



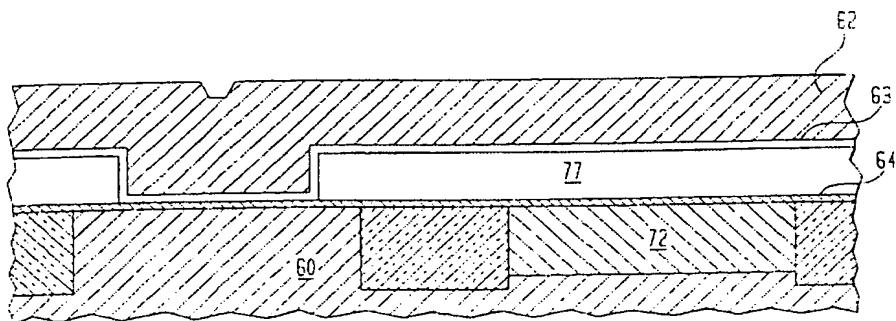
도면15



도면16



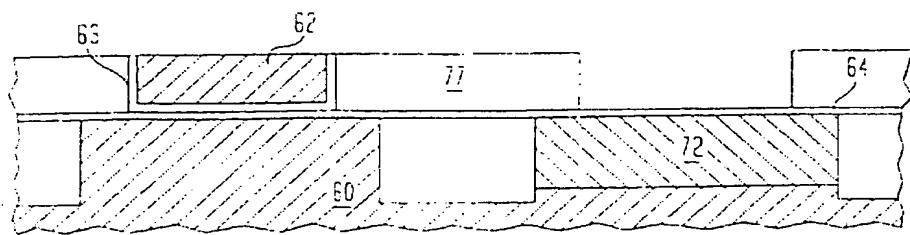
도면17



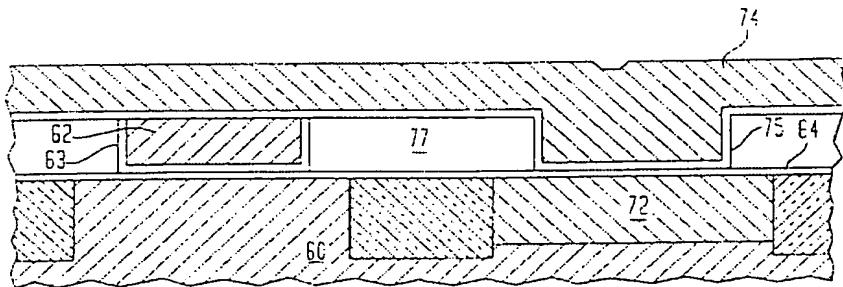
도면18



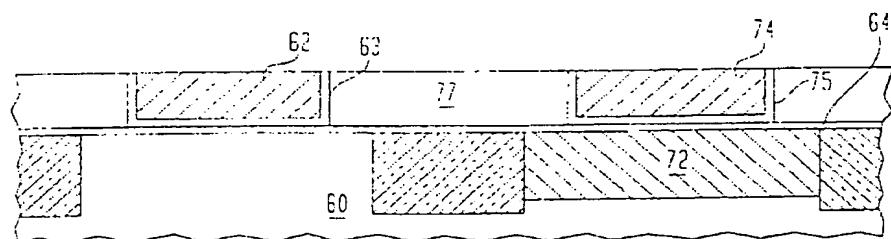
도면19



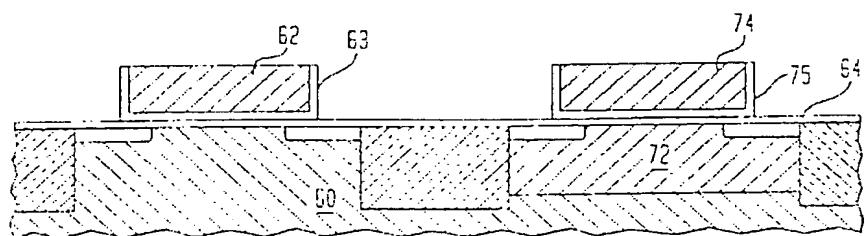
도면20



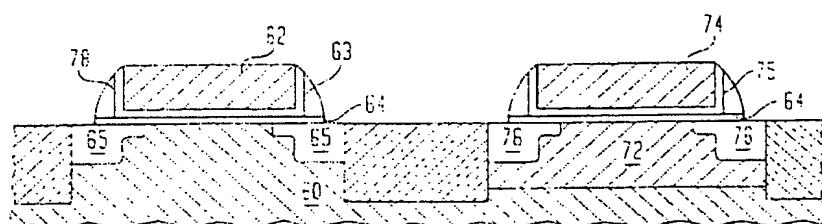
도면21



도면22



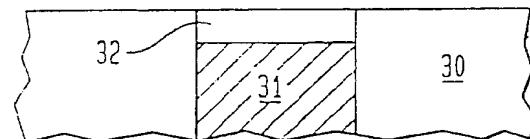
도면23



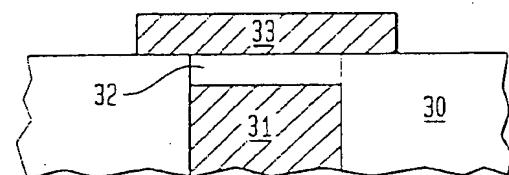
도면24



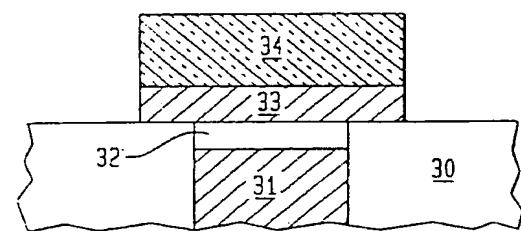
도면25



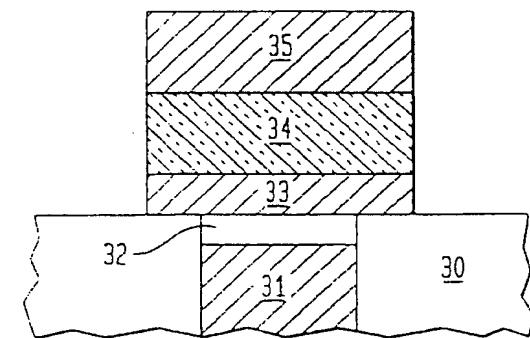
도면26



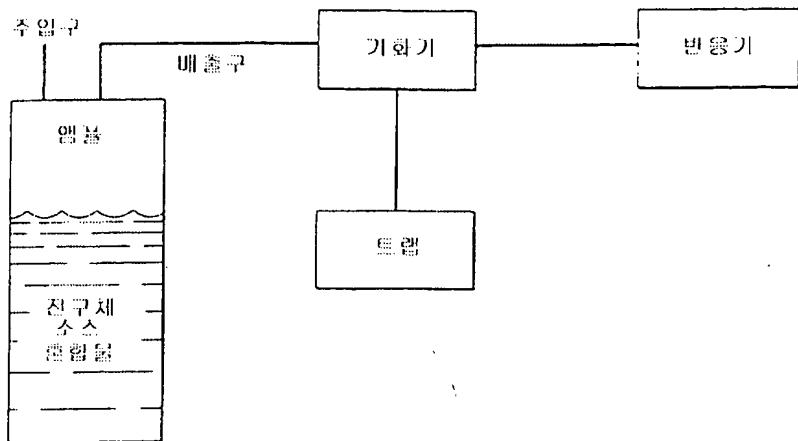
도면27



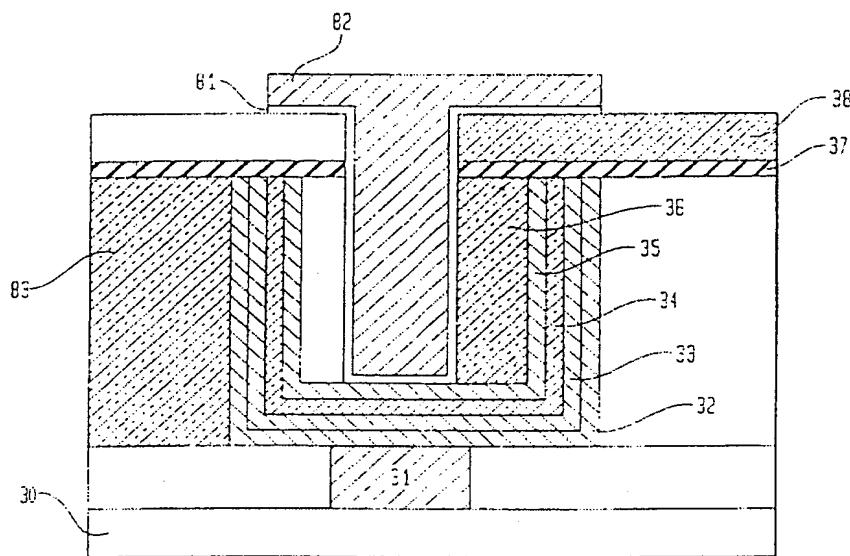
도면28



도면29



도면30



## (57) 청구의 범위

## 청구항 1

불활성 액체에 용해되거나 유화되거나 혼탁되는, 하기 화학식 1을 갖는 하나 이상의 전구체 화합물을 포함하는 전구체 소스 혼합물:

## 화학식 1

$$MR_x^1 R_y^2 A_z$$

상기 식에서,

M은 Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ti, Zr, Hf, Sc, Y, La, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, As, P, Sb 및 Bi로 구성된 군으로부터 선택된 원소이고;

$R^1$  및  $R^2$ 는 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알록시, 실록시, 실릴 및 이들의 할로겐화, 살포화 또는 살릴화 유도체로 구성된 군으로부터 선택된 동일하거나 상이한 리간드이고;

A는 포스핀, 포스파이트, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 하이드

라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클 (macrocyclic), 시프 염기 (schiff base), 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트, 알킨 및 물로 구성된 군으로부터 선택된 임의적으로 배위 결합되거나 연결된 리간드이고;

x는 1 이상이고;

x+y는 M의 원자가와 동일하고;

z는 0 이상이다.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

불활성 액체가 지방족 탄화수소, 방향족 탄화수소, 알콜, 에테르, 알데하이드, 케톤, 산, 페놀, 에스테르, 아민, 알킬니트릴, 할로겐화 탄화수소, 실릴화 탄화수소, 티오에테르, 아민, 시아네이트, 이소시아네이트, 티오시아네이트, 실리콘 오일, 니트로알킬, 알킬니트레이트 또는 이들의 혼합물인 전구체 소스 혼합물.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

MOI Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ti, Zr, Hf, Sc, Y, La, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Ti, Si, Ge, Sn, Pb, As, P, Sb 또는 Bi이고; R<sup>1</sup>이 하이드라이드이고; R<sup>2</sup>가 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴, 또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체이고; A가 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 또는 물인 전구체 소스 혼합물.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

MOI Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Ti, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb 또는 Bi이고; R<sup>1</sup>이 C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub> 알킬 또는 C<sub>4</sub>-C<sub>12</sub> 사이클로알킬이고; R<sup>2</sup>가 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴, 또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체이고; A가 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 또는 물인 전구체 소스 혼합물.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

MOI Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Ti, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb 또는 Bi이고; R<sup>1</sup>이 C<sub>2</sub>-C<sub>8</sub> 알케닐, C<sub>4</sub>-C<sub>12</sub> 사이클로알케닐 또는 C<sub>5</sub>-C<sub>18</sub> 아릴이고; R<sup>2</sup>가 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체이고; A가 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 또는 물인 전구체 소스 혼합물.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

MOI Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Ti, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb 또는 Bi이고; R<sup>1</sup>이 카보닐이고; R<sup>2</sup>가 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체이고; A가 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 또는 물인 전구체 소스 혼합물.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

MOI Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir,

Ni, Pd, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Ti, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb 또는 Bi이고; R<sup>1</sup>이 알록시 또는 실록시이고; R<sup>2</sup>가 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알록시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 셀폰화 또는 실릴화 유도체이고; A가 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티벤, 에테르, 셀파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 또는 물인 전구체 소스 혼합물.

#### 청구항 8

제 1 항에 있어서,

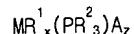
MoLi, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Ti, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb 또는 Bi이고; R<sup>1</sup>이 아미드이고; R<sup>2</sup>가 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알록시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 셀폰화 또는 실릴화 유도체이고; A가 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티벤, 에테르, 셀파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 또는 물인 전구체 소스 혼합물.

#### 청구항 9

제 1 항에 있어서,

전구체 화합물이 하기 화학식 2를 갖는 전구체 소스 혼합물:

화학식 2



상기 식에서,

M은 Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag 또는 Au이고;

R<sup>1</sup> 및 R<sup>2</sup>는 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알록시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 셀폰화 또는 실릴화 유도체로 구성된 군으로부터 선택된 리간드이고;

A는 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티벤, 에테르, 셀파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 및 물로 구성된 군으로부터 선택된 임의적으로 배위 결합된 리간드이고;

x는 1 이상이고;

y는 0 이상이고;

z는 0 이상이고;

x+y는 M의 원자가와 동일하다.

#### 청구항 10

제 1 항에 있어서,

MoLi, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Th, Pa, U, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Ti, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb 또는 Bi이고; R<sup>1</sup>이 니트레이트이고; R<sup>2</sup>가 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알록시, 실록시, 실릴, 또는 이들의 할로겐화, 셀폰화 또는 실릴화 유도체이고; A가 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티벤, 에테르, 셀파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 또는 물인 전구체 소스 혼합물.

#### 청구항 11

제 1 항에 있어서,

MoLi, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Th, Pa, U, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Ti, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb 또는 Bi이고; R<sup>1</sup>이 할라이드이고; R<sup>2</sup>가 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알록시, 실록시, 실릴, 또는 이스피도,

들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체이고; A가 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티벤, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 또는 물인 전구체 소스 혼합물.

#### 청구항 12

제 1 항에 있어서,

MOI Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Th, Pa, U, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, B, Al, Ga, In, Ti, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb 또는 Bi이고; R<sup>1</sup>이 실릴이고; R<sup>2</sup>가 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴 및/또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체이고; A가 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티벤, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 또는 물인 전구체 소스 혼합물.

#### 청구항 13

제 1 항에 있어서,

MOI Pt이고; R<sup>1</sup> 및 R<sup>2</sup>가 하이드라이드, 알킬, 알케닐, 사이클로알케닐, 아릴, 알킨, 카보닐, 아미도, 이미도, 하이드라지도, 포스피도, 니트로실, 니트로일, 니트레이트, 니트릴, 할라이드, 아자이드, 알콕시, 실록시, 실릴, 또는 이들의 할로겐화, 살포화 또는 실릴화 유도체이고; A가 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티벤, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 알킨, 하이드라진, 피리딘, 질소 헤테로사이클, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드, 알킬리덴, 니트라이트 또는 물이나, 단화합물이 (사이클로펜타디에닐)Pt(알킬)<sub>3</sub>은 아닌 전구체 소스 혼합물.

#### 청구항 14

제 1 항에 있어서,

불활성 액체가 하나 이상의 전구체 화합물보다 높은 온도에서 기화하는 전구체 소스 혼합물.

#### 청구항 15

제 2 항에 있어서,

불활성 액체가 C<sub>5</sub>–C<sub>12</sub> 알칸인 전구체 소스 혼합물.

#### 청구항 16

제 1 항에 있어서,

불활성 액체가 첨가제를 불활성 액체의 30 부피% 이하로 함유하는 전구체 소스 혼합물.

#### 청구항 17

제 16 항에 있어서,

첨가제가 추가의 전구체 리간드 또는 추가의 전구체 부가물이거나, 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티벤, 에테르, 살파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 피리딘, 헤테로사이클, 테트라하이드로푸란, 디메틸포름아미드, 매크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드 및 알킨으로 구성된 군으로부터 선택된 다른 배위 화합물인 전구체 소스 혼합물.

#### 청구항 18

제 16 항에 있어서,

첨가제가 메탄올, 에탄올, 이소프로판올, 네오펜탄올, 트리메틸아민, 디메틸에틸아민, 디에틸메틸아민, 트리에틸아민, 디메틸아민, 디에틸아민, 비스트리에틸실릴아민, 암모니아, 에틸렌디아민, 프로필렌디아민, 트리메틸에틸에틸렌디아민, 트리페닐포스핀, 트리에틸포스핀, 트리메틸포스핀, 알킬, 사이클로펜타디엔, 벤젠, 에틸벤젠, 툴루엔, 사이클로헥사디엔, 사이클로옥타디엔, 사이클로헵타트리엔, 사이클로옥타테트라엔, 메시틸렌, 테트라하이드로푸란, 디메틸포름아미드, 디메틸설폐사이드, 부틸 아세테이트, 아세트산, 에틸헥사노산, 메탄, 에탄, 피리딘 및 PF<sub>3</sub>으로 구성된 군으로부터 선택되는 전구체 소스 혼합물.

#### 청구항 19

제 1 항에 있어서,

불활성 액체가,

지방족 탄화수소, 방향족 탄화수소, 알콜, 에테르, 알데하이드, 케톤, 산, 페놀, 에스테르, 아민, 알킬니트릴, 할로겐화 탄화수소, 실릴화 탄화수소, 티오에테르, 아민, 시아네이트, 이소시아네이트, 티오시아네이트, 실리콘 오일, 니트로알킬, 알킬니트레이트 및/또는 상기 화합물 중 하나 이상의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택되는 전구체 소스 혼합물.

성된 군으로부터 선택된 둘 이상의 성분; 및

추가의 전구체 리간드, 추가의 전구체 부가물, 및 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 설파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 피리딘, 헤테로사이클, 테트라하이드로푸란, 디메틸포름아미드, 맥크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드 및 알킨으로 구성된 군으로부터 선택된 다른 배위 화합물을 구성된 군으로부터 선택된 첨가제로 이루어지며,

상기 첨가제를 불활성 액체의 30 부피% 이하로 포함하는 전구체 소스 혼합물.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

첨가제가 메탄을, 에탄을, 이소프로판을, 네오펜탄을, 트리메틸아민, 디메틸에틸아민, 디에틸메틸아민, 트리에틸아민, 디메틸아민, 디에틸아민, 비스트리메틸실릴아민, 암모니아, 에틸렌디아민, 프로필렌디아민, 트리메틸에틸에틸렌디아민, 트리페닐포스핀, 트리에틸포스핀, 트리메틸포스핀, 알릴, 사이클로펜타디엔, 벤젠, 에틸벤젠, 툴루엔, 사이클로헥사디엔, 사이클로옥타디엔, 사이클로헵타트리엔, 사이클로옥타테트라엔, 메시틸렌, 테트라하이드로푸란, 디메틸포름아미드, 디메틸설포사이드, 부틸 아세테이트, 아세트산, 에틸헥사노산, 메탄, 에탄, 피리딘 및  $\text{PF}_3$ 으로 구성된 군으로부터 선택되는 전구체 소스 혼합물.

청구항 21

제 1 항에 있어서,

불활성 액체가  $\text{C}_5\text{-C}_{12}$  알칸으로 이루어지고 추가의 전구체 리간드, 추가의 전구체 부가물, 또는 포스핀, 포스파이트, 아릴, 아민, 아르신, 스티번, 에테르, 설파이드, 니트릴, 이소니트릴, 알켄, 피리딘, 헤테로사이클, 테트라하이드로푸란, 디메틸포름아미드, 맥크로사이클, 시프 염기, 사이클로알켄, 알콜, 포스핀 옥사이드 및 알킨으로 구성된 군으로부터 선택된 다른 배위 화합물을 구성된 군으로부터 선택된 첨가제를 불활성 액체의 30 부피% 이하로 포함하는 전구체 소스 혼합물.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

첨가제가 메탄을, 에탄을, 이소프로판을, 네오펜탄을, 트리메틸아민, 디메틸에틸아민, 디에틸메틸아민, 트리에틸아민, 디메틸아민, 디에틸아민, 비스트리메틸실릴아민, 암모니아, 에틸렌디아민, 프로필렌디아민, 트리메틸에틸에틸렌디아민, 트리페닐포스핀, 트리에틸포스핀, 트리메틸포스핀, 알릴, 사이클로펜타디엔, 벤젠, 에틸벤젠, 툴루엔, 사이클로헥사디엔, 사이클로옥타디엔, 사이클로헵타트리엔, 사이클로옥타테트라엔, 메시틸렌, 테트라하이드로푸란, 디메틸포름아미드, 디메틸설포사이드, 부틸 아세테이트, 아세트산, 에틸헥사노산, 메탄, 에탄, 피리딘 또는  $\text{PF}_3$ 인 전구체 소스 혼합물.

청구항 23

제 1 항에 있어서,

하나 이상의 전구체 화합물이 디메틸-, 디에틸- 또는 디이소부틸-B, Al, Ga, In, As 또는 Sb 하이드라이드;  $\text{Me}_2\text{AlH}(\text{NEtMe}_2)$ ; 3급-부틸아르신;  $(\text{Me}_3\text{N})\text{AlH}_3$ ;  $(\text{EtMe}_2\text{N})\text{AlH}_3$ ;  $(\text{Et}_3\text{N})\text{AlH}_3$ ;  $\text{CpWH}_2$ ;  $\text{Cp}_2\text{MoH}_2$ ; 트리메틸-, 트리에틸-, 트리이소부틸-, 트리-n-프로필-, 트리-이소프로필-, 트리-n-부틸-, 트리네오펜틸- 또는 에틸디메틸-B, Al, Ga, In, As 또는 Sb; 태트라메틸-, 태트라에틸-, 태트라페닐- 또는 태트라-n-부틸-Si, Ti, Zr, Hf, Ge, Sn 또는 Pb; 디메틸-, 디에틸- 또는 디이소부틸-B, Al, Ga, In, As 또는 Sb, 하이드라이드, 클로라이드, 플루오라이드, 브로마이드, 요오다이드, Cp, 아미드, 디메틸아미드 또는 아자이드; 트리에틸-, 트리이소부틸-, 트리-n-프로필-, 트리-이소프로필-, 트리-n-부틸- 또는 에틸디메틸-B, Al, Ga, In, As 또는 Sb 트리메틸아민, 디에틸메틸아민 또는 트리에틸아민; 디메틸- 또는 디에틸-Zn, Cd 또는 Hg; (네오펜틸) $\text{Cr}$ ;  $\text{Et}_3\text{Pb}(\text{네오펜톡시})$ ;  $\text{Cp}_2\text{Me}_2\text{Zr}$ ;  $(\text{MeNC})_2\text{PtMe}_2$ ;  $\text{CpIr}(\text{C}_2\text{H}_4)_2$ ; 비스Cp-Co, Mo, Fe, Mn, Ni, Ru, V, Os, Mg 또는 Cr; 비스에틸벤젠; 비스벤젠-Co, Mo 또는 Cr; 트리페닐-Bi, Sb 또는 As; 트리비닐붕소; 트리스Cp-Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, D, Ho, Er, Tm, Yb 또는 Lu; 태트라Cp-Th, Pa, U, Np, Pu 또는 Am 트리스알릴이리듐;  $\text{CpCr}(\text{CO})_2$ ;  $\text{Cp}_2\text{ZrMe}_2$ ;  $\text{CpCuPEt}_2$ ;  $\text{CpIn}$ ;  $\text{CpIr}$ (사이클로옥타디엔);  $\text{CpPd}$ (알릴);  $\text{CpGaMe}_2$ ;  $\text{CpGaEt}_2$ ; (사이클로헥사디엔) $\text{FeCO}_3$ ; (사이클로옥타테트라엔) $\text{FeCO}_3$ ; 에틸페로센;  $\text{CpMn}(\text{CO})_3$ ; (사이클로헵타트리엔) $\text{Mo}(\text{CO})_3$ ;  $\text{TICp}$ ;  $\text{CpWH}_2$ ; (메시틸렌) $\text{W}(\text{CO})_3$ ;  $\text{CpRe}(\text{CO})_3$ ;  $\text{CpRh}(\text{CO})_2$ ;  $\text{Ir}(\text{알릴})_2$ ;  $\text{CpIr}$ (사이클로옥탄디온); [ $\text{Ir}(\text{OMe})$ (사이클로옥탄디온)]<sub>2</sub>;  $\text{Ru}$ (사이클로옥탄디온)(알릴)<sub>2</sub>;  $\text{Ru}_3(\text{CO})_{12}$ ;  $\text{Fe}(\text{CO})_5$ ;  $\text{Co}_2(\text{Co})_8$ ;  $\text{Ru}(\text{CO})_3(1,3\text{-사이클로헥사디엔})$ ;  $\text{Os}_3(\text{CO})_{12}$ ;  $\text{Cr}(\text{CO})_6$ ;  $\text{Cp}(\text{CO})_2$ ;  $\text{Mn}_2(\text{CO})_{10}$ ;  $\text{CpMn}(\text{CO})_3$ ; (사이클로헵타트리엔) $\text{Mo}(\text{CO})_3$ ;  $\text{Mo}(\text{CO})_6$ ;  $\text{Ni}(\text{CO})_4$ ;  $\text{Re}_2(\text{CO})_{10}$ ;  $\text{CpRe}(\text{CO})_3$ ;  $\text{CpRh}(\text{CO})_2$ ;  $\text{Ru}_3(\text{CO})_{12}$ ;  $\text{W}(\text{CO})_6$ ;  $\text{CpV}(\text{CO})_4$ ;  $\text{CF}_3\text{Co}(\text{CO})_4$ ;  $\text{Pt}(\text{CO})_2$ (사이클로옥탄디온);  $\text{Ir}(\text{CO})_2$ (사이클로옥탄디온);  $(\text{CO})_4\text{Fe}[\text{P}(\text{OCH}_3)_3]$ ;  $(\text{CO})_4\text{Fe}[\text{N}(\text{CH}_3)_3]$ ;  $\text{CoNO}(\text{CO})_3$ ; 부록시,  $\text{OCH}(\text{CF}_3)_2$ ,  $\text{OCMe}_2(\text{CF}_3)_2$ ,  $\text{OSi}(\text{CH}_3)_3$ ,  $\text{OC}(\text{CH}_3)_3$ ,  $\text{OC}(\text{SiMe}_3)_3$  또는  $\text{OC}(\text{CF}_3)_3$  Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Cu, Ag, Au, Hg 또는 TI; 태트라-메톡시, 태트라-에톡시, 태트라-이소프로록시, 태트라-부톡시, 태트라-3급-부톡시, 태트라-이소부톡시, 태트라-OCH( $\text{CF}_3)_2$ , 태트라-OCMe<sub>2</sub>( $\text{CF}_3)_2$ , 태트라-OC( $\text{CH}_3)_3$ , 태트라-OC(SiMe<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, 태트라-OC( $\text{CF}_3)_3$  또는 태트라-OSi( $\text{CH}_3)_3$  Si, Ge, Sn, Pb, Ti, Zr 또는 Hf;  $\text{VO}$ (이소프로록시)<sub>3</sub>, 트리이소프로록시, 트리-2급-부톡시, 트리-n-부톡시, 트리-이소-부톡시, 트리-메톡시, 트리-에톡시, 트리-OCH( $\text{CF}_3)_2$ , 트리-OCMe<sub>2</sub>( $\text{CF}_3)_2$ , 트리-OCMe( $\text{CF}_3)_2$ , 트리-OC( $\text{CH}_3)_3$ , 트리-OC(SiMe<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, 트리-OC( $\text{CF}_3)_3$  또

는 트리-OSi(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, B, Al, Ga, In, P, As 또는 Sb; Et<sub>3</sub>Pb(이소프로록사이드); (3급-부톡시)CuPMe<sub>3</sub>; 테트라카스(디메틸아미노), 테트라카스(디에틸아미노) Ti, Zr, Hf, Si, Ge, Sn 또는 Pb; 디에틸아미노디에틸아르신; 디에틸아미노아르신 디클로라이드; 비스디메틸아미노아르신 클로라이드; Me<sub>2</sub>Zn(트리에틸아민)<sub>2</sub>; 디에틸아미노디메틸스탄; 트리스(디메틸아미노)포스핀; 트리스(디메틸아미노)안티온; 트리스(디메틸아미노)아르신; 트리스(디메틸아미노)스티벤; 트리스-비스(트리메틸실릴)에르븀 아미드; 비스(디메틸아미노)(트리메틸에틸렌디아미노)알루미늄; (CO)<sub>4</sub>Fe[N(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>], Li, Na 또는 K N(SiMe<sub>3</sub>), 펜타디메틸아미노탄탈; 디에틸아미노디메틸주석; 헥사디메틸아미노디텅스텐; 트리스디메틸아미노(트리메틸에틸렌디아미노)타탄; CpCu(PEt<sub>3</sub>); CpCu(트리페닐포스핀); (3급-부톡시)CuPMe<sub>3</sub>; Pt(PF<sub>3</sub>)<sub>4</sub>; Ni(PF<sub>3</sub>)<sub>4</sub>; Cr(PF<sub>3</sub>)<sub>6</sub>; (Et<sub>3</sub>P)<sub>3</sub>Mo(CO)<sub>3</sub>; Ir(PF<sub>3</sub>)<sub>4</sub>; Ti(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>; Zr(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>; Hf(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>; Si(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>(NO<sub>3</sub>); RuNO(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>; 갈륨 니트레이트; Sn(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>; Co(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>; VO(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>; CrO<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; TiCl<sub>4</sub>; ZnCl<sub>2</sub>; ZrCl<sub>4</sub>; HfCl<sub>4</sub>; AlCl<sub>3</sub>; SiCl<sub>4</sub>; GaCl<sub>3</sub>; SnCl<sub>4</sub>; CoCl<sub>3</sub>; 디메틸, 디에틸 또는 디이소부틸, Al, B, Ge, Si 또는 As 할라이드; N(SiMe<sub>3</sub>)<sub>2</sub> Li, Na 또는 K; B(CH<sub>2</sub>SiMe<sub>3</sub>)<sub>3</sub>; {(Me<sub>3</sub>Si)<sub>2</sub>N}<sub>3</sub> B, Al, Ga 또는 In; (Me<sub>3</sub>SiCH<sub>2</sub>)<sub>4</sub> Li, Zr 또는 Hf; 또는 {(Me<sub>3</sub>Si)<sub>2</sub>N}<sub>2</sub> Zn, Cd 또는 Hg이고, Cp는 사이클로펜타디에닐인 전구체 소스 혼합물.

## 청구항 24

제 1 항의 전구체 소스 혼합물에서 전구체 화합물을 기화시키는 단계; 기화된 전구체를 다른 공반응물(들)을 첨가하면서 화학적 증착 또는 원자층 침착 반응기 내로 도입시키는 단계; 및 기화된 전구체의 성분을 기판 상으로 침착시켜 필름을 형성하는 단계를 포함하는 화학적 증착 또는 원자층 침착 방법.

## 청구항 25

제 24 항에 있어서,

필름이 전자 디바이스의 성분인 방법.

## 청구항 26

제 24 항에 있어서,

공반응물(들)이 기화된 전구체로부터 따로 도입되는 방법.

## 청구항 27

제 24 항에 있어서,

전구체 소스 혼합물에서 전구체를 기화시키는 단계, 다른 공반응물(들) 및 불활성 퍼지 가스를 따로 첨가하면서 기화된 전구체를 원자층 침착 반응기 내로 도입시키는 단계, 및 기화된 전구체(들), 퍼지 가스, 공반응물(들) 및 퍼지 가스의 교번 펄스를 순차적으로 도입시킴으로써 필름을 기판 상에 침착시키는 단계를 포함하는 방법.

## 청구항 28

제 24 항에 있어서,

공반응물이 환원제, 산화제, 질화제 또는 실릴화제인 방법.

## 청구항 29

제 28 항에 있어서,

환원제가 수소, 형성 가스, 실란 및 이들의 조합물로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

## 청구항 30

제 28 항에 있어서,

산화제가 산소, 오존, 물, 과산화 수소, 산화 질소 및 이들의 조합물로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

## 청구항 31

제 28 항에 있어서,

질화제가 암모니아, 하이드라진, 수소 아자이드, 3급-부틸아민, 이소프로필아민 및 이들의 조합물로부터 구성되는 방법.

## 청구항 32

제 28 항에 있어서,

실릴화제가 실란, 디실란, 클로로실란, 실릴아민, 실라잔 및 이들의 조합물로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

## 청구항 33

제 24 항에 있어서,

3종 이상의 다른 가스의 교번 펄스를 순차적으로 기판에 적용시키되, 상기 가스 중 하나는 전구체 소스 혼합물의 기화된 전구체를 포함하고 상기 기체 중 일부는 퍼지 가스이고 상기 기체 중 나머지는 환원제

인 방법.

청구항 34

제 24 항에 있어서,

3종 이상의 다른 가스의 교번 팰스를 순차적으로 기판에 적용시키되, 상기 가스 중 하나는 전구체 소스 혼합물의 기화된 전구체를 포함하고 상기 기체 중 일부는 퍼지 가스이고 상기 기체 중 나머지는 질화제인 방법.

청구항 35

제 24 항에 있어서,

4종 이상의 다른 가스의 교번 팰스를 순차적으로 기판에 적용시키되, 상기 가스 중 하나는 전구체 소스 혼합물의 기화된 전구체를 포함하고 상기 기체 중 일부는 퍼지 가스이고 상기 기체 중 일부는 산화제이고 상기 기체 중 나머지는 임의의 기화된 전구체 및 제 1 항에 따른 전구체 소스 혼합물의 기화된 전구체로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 36

제 24 항에 있어서,

4종 이상의 다른 가스의 교번 팰스를 순차적으로 기판에 적용시키되, 상기 가스 중 하나는 전구체 소스 혼합물의 기화된 전구체를 포함하고 상기 기체 중 일부는 퍼지 가스이고 상기 기체 중 일부는 질화제이고 상기 기체 중 나머지는 임의의 기화된 전구체 및 제 1 항에 따른 전구체 소스 혼합물의 기화된 전구체로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 37

제 24 항에 있어서,

4종 이상의 다른 가스의 교번 팰스를 순차적으로 기판에 적용시키되, 상기 가스 중 하나는 전구체 소스 혼합물의 기화된 전구체를 포함하고 상기 기체 중 일부는 퍼지 가스이고 상기 기체 중 일부는 환원제이고 상기 기체 중 나머지는 임의의 기화된 전구체 및 제 1 항에 따른 전구체 소스 혼합물의 기화된 전구체로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 38

제 24 항에 있어서,

5종 이상의 다른 가스의 교번 팰스를 순차적으로 기판에 적용시키되, 상기 가스 중 하나는 전구체 소스 혼합물의 기화된 전구체를 포함하고 상기 기체 중 일부는 퍼지 가스이고 상기 기체 중 일부는 환원제이고 상기 기체 중 나머지는 임의의 기화된 전구체 및 제 1 항에 따른 전구체 소스 혼합물의 기화된 Si 함유 전구체로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 39

제 24 항에 있어서,

기판이 반도체 기판, 유전체, 금속, 유기 기판, 유리, 금속 산화물, 가소성 중합체성 기판, Si 함유 반도체 기판, 세라믹, 절연체 상의 규소(silicon-on-insulator) 기판, Ge 기판, SiGe 기판, GaAs 기판 및 이들의 다중층의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 40.

제 25 항에 있어서,

전자 디바이스가 트랜지스터, 커패시터, 다이오드, 저항기, 스위치, 발광 다이오드, 레이저, 배선 구조체 또는 상호접속 구조체인 방법.

청구항 41

하부 전극층; 유전층; 상부 전극층; 및 커패시터 위에 있고 플러그 및 선택적인 장벽을 통해 하부 회로에 접속된 선택적인 유전성 버퍼층으로 이루어진 스택 또는 트렌치 커패시터 구조체의 제조방법에 있어서,

상기 커패시터 구조체 성분중 하나 이상을 제 24 항의 방법에 따라 청착시키는 것을 포함하는 커패시터 구조체의 제조 방법.

청구항 42

제 41 항에 있어서,

선택적인 유전성 장벽이  $SiO_2$ ,  $Si_{x}N_y$ ,  $Si_3N_4$ , TiON, AlN, SiN, TiN,  $Ta_2O_5$ ,  $TiO_2$ ,  $ZrO_2$ ,  $HfO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $La_2O_3$ ,  $Y_2O_3$ , 이들의 합금, 혼합물 또는 층 및 다성분 금속 산화물로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 43

제 41 항에 있어서,

유전체가 강유전성 물질인 방법.

#### 청구항 44

제 41 항에 있어서,

플러그 물질이 폴리실리콘, W, Mo, Ti, Cr, Cu 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층으로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

#### 청구항 45

제 41 항에 있어서,

전도성 장벽이 TaN, TaSiN, TiAIN, TiSiN, TaSiN, TaWN, TiWN, TaSiN, TaAIN, NbN, ZrN, TaTiN, TiSiN, TiAIN, IrO<sub>x</sub>, Os, OsO<sub>x</sub>, MoSi, TiSi, ReO<sub>2</sub> 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층으로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

#### 청구항 46

제 41 항에 있어서,

하부 전극이 전도성 물질, 폴리실리콘, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Ru, Ir, Rh, IrO<sub>x</sub>, TaN, TaSiN, Ta, SrRuO<sub>3</sub>, LaSrCoO<sub>3</sub> 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층으로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

#### 청구항 47

제 41 항에 있어서,

유전성 물질이 SiO<sub>2</sub>, SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 다성분 금속 산화물, 화학식 AB<sub>3</sub>(여기서, B는 Al, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W 및 Cu로 구성된 군으로부터 선택된 금속을 함유하는 하나 이상의 산성 산화물이고, A는 약 1 내지 약 3의 양의 형식 전하를 갖는 하나 이상의 추가의 양이온이다)을 갖는 퍼보스카이트형 산화물, 바륨 스트론튬 티타네이트, 바륨 스트론튬 지르코네이트, 바륨 스트론튬 하프네이트, 납 티타네이트, 이트륨 알루네이트, 란탄 알루네이트, 납 지르코늄 티타네이트, 스트론튬 비스무트 탄탈레이트, 스트론튬 비스무트 니오베이트, 비스무트 티타네이트, 란탄 실리케이트, 이트륨 실리케이트, 하프늄 실리케이트, 지르코늄 실리케이트, 화토류 도핑된 실리케이트 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층으로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

#### 청구항 48

제 41 항에 있어서,

상부 전극이 폴리실리콘, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Ru, Ir, Rh, IrO<sub>x</sub>, TaN, TaSiN, Ta, SrRuO<sub>3</sub>, LaSrCoO<sub>3</sub> 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층으로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

#### 청구항 49

유전층 내로 에칭된 트렌치 및 비아, 유전체와 배선 물질 사이의 선택적인 장벽 물질, 및 배선 물질로 이루어진 배선 구조체의 제조 방법에 있어서,

상기 배선 구조체 성분 중 하나 이상을 제 24 항의 방법에 따라 침착시키는 것을 포함하는 배선 구조체의 제조 방법.

#### 청구항 50

제 49 항에 있어서,

유전층이 SiO<sub>2</sub>, SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, 포스포실리케이트 유리, 금속 산화물, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층으로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

#### 청구항 51

제 49 항에 있어서,

선택적인 장벽 물질이 WN, TiN, TaN, SiO<sub>2</sub>, SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, 포스포실리케이트 유리, 금속 산화물, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층으로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

#### 청구항 52

제 49 항에 있어서,

배선 물질이 폴리실리콘, Al, W, Mo, Ti, Cr, Cu 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층으로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

#### 청구항 53

소스 영역, 드레인 영역 및 상기 소스 영역과 드레인 영역 사이의 채널 영역을 갖는 기판, 상기 채널 영역 및 상기 채널 영역의 상부에 정렬된 게이트 유전체, 및 상기 게이트 유전체 및 상기 게이트 유전체

영역의 상부에 정렬된 게이트 전극으로 이루어진 전자 디바이스의 제조 방법에 있어서,  
상기 디바이스 성분 중 하나 이상을 제 24 항의 방법에 따라 침착시키는 것을 포함하는 전자 디바이스의  
제조 방법.

## 청구항 54

제 53 항에 있어서,

게이트 유전체가  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ , 다성분 금속 산화물, 화학식  $\text{ABO}_3$ (여기서, B는 Al, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W 및 Cu로 구성된 군으로부터 선택된 금속을 함유하는 하나 이상의 산성 산화물이고, A는 약 1 내지 약 3의 양의 형식 전하를 갖는 하나 이상의 추가의 양이온이다)을 갖는 퍼보스카이트형 산화물, 바륨 스트론튬 티타네이트, 바륨 스트론튬 지르코네이트, 바륨 스트론튬 하프네이트, 납 티타네이트, 이트륨 알루네이트, 란탄 알루네이트, 납 지르코늄 티타네이트, 스트론튬 비스무트 탄탈레이트, 스트론튬 비스무트 니오베이트, 비스무트 티타네이트, 란탄 실리케이트, 이트륨 실리케이트, 하프늄 실리케이트, 지르코늄 실리케이트, 희토류 도핑된 실리케이트 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층으로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

## 청구항 55

제 53 항에 있어서,

게이트 유전체가 하나 이상의 층으로 이루어진 방법.

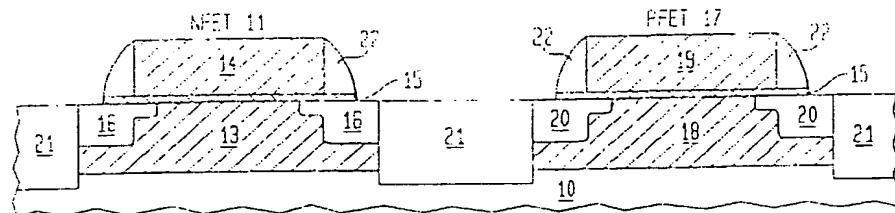
## 청구항 56

제 53 항에 있어서,

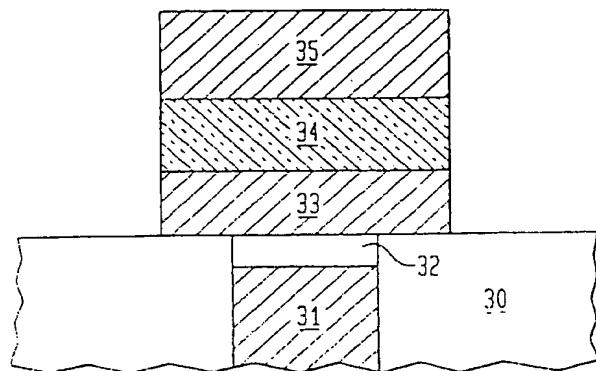
게이트 전극이 폴리실리콘, Al, Ag, Bi, Cd, Fe, Ga, Hf, In, Mn, Nb, Y, Zr, Pt, Be, Ir, Te, Re, Rh, W, Mo, Cr, Fe, Pd, Au, Rh, Ti, Cr, Cu 및 이들의 도핑되거나 도핑되지 않은 합금, 혼합물 및 다중층으로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.

## 도면

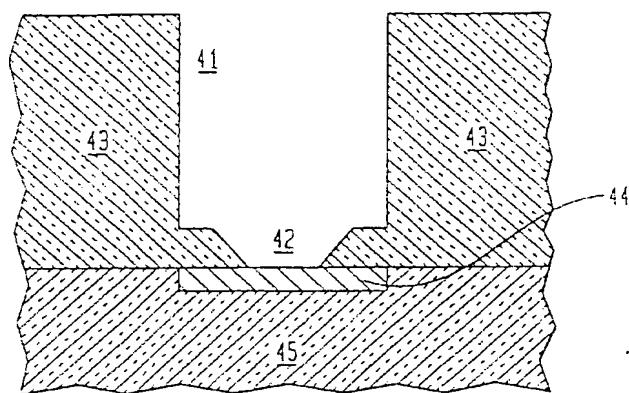
## 도면1



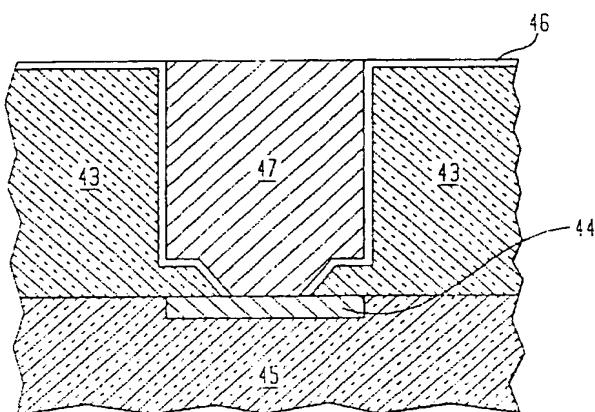
## 도면2



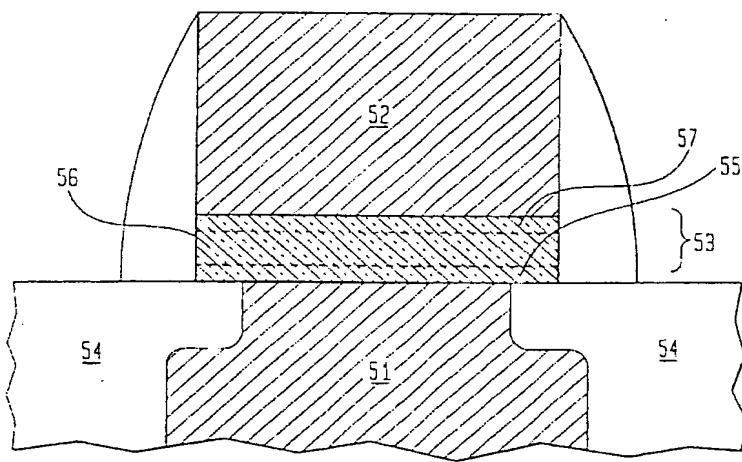
도면3a



도면3b



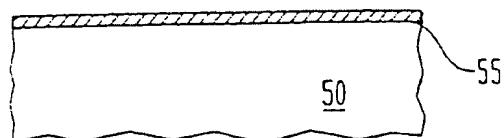
도면4



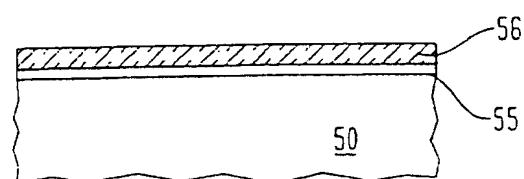
도면5



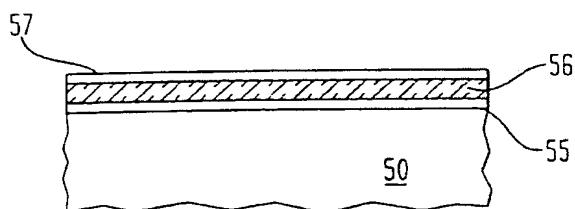
도면6



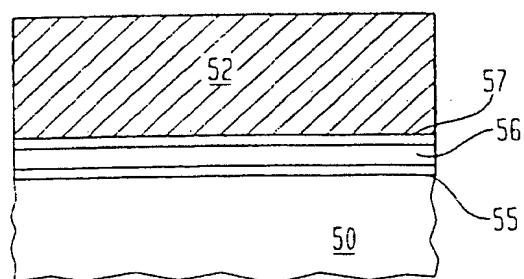
도면7



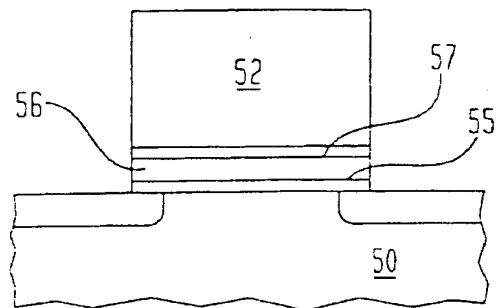
도면8



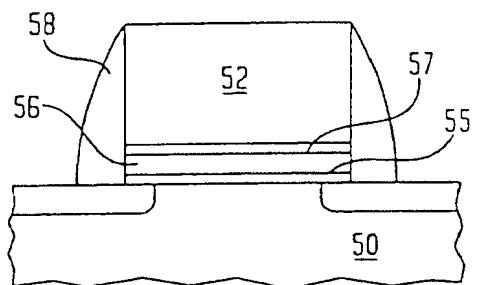
도면9



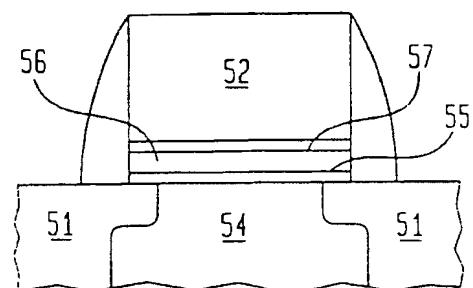
도면10



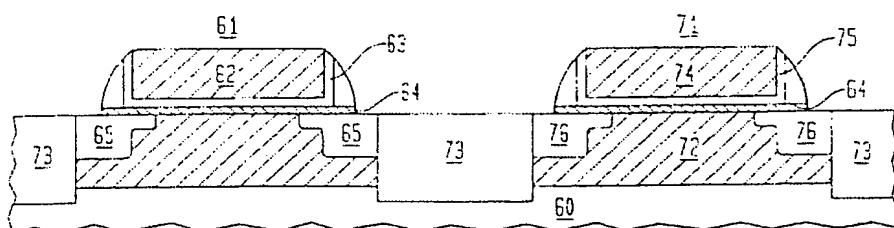
도면11



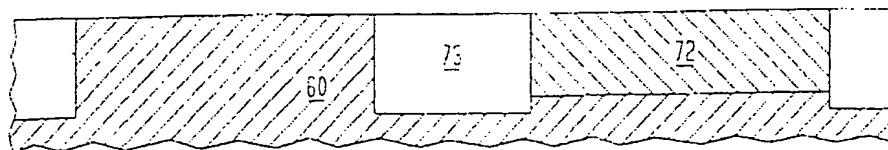
도면12



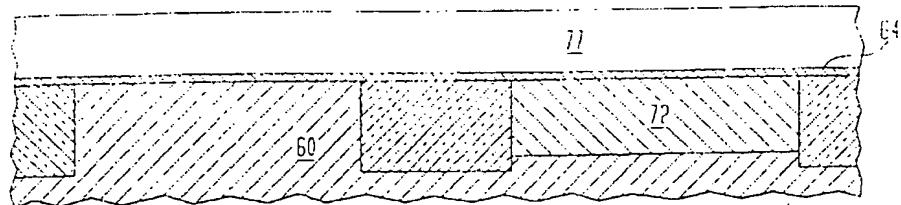
도면13



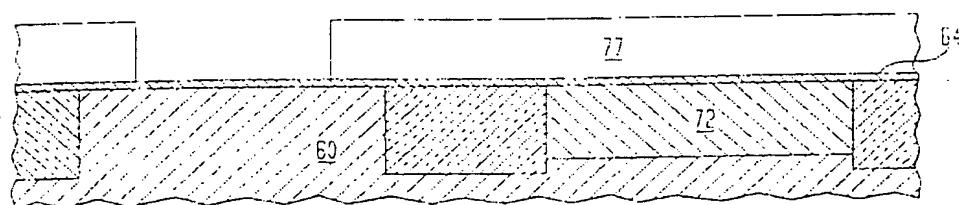
도면14



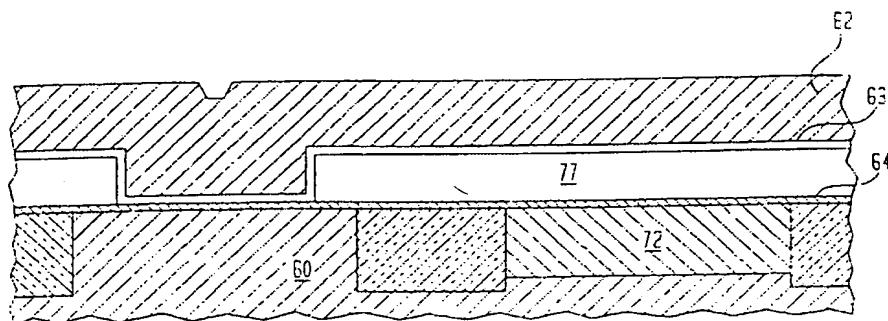
도면15



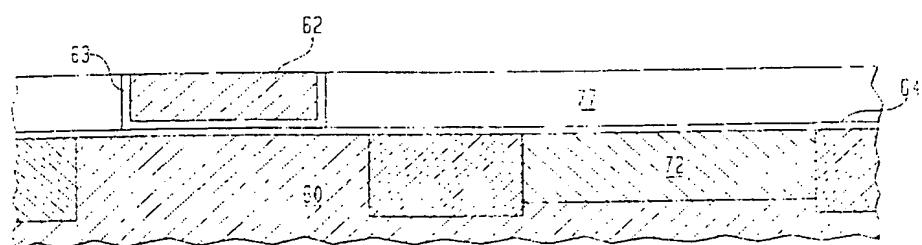
도면16



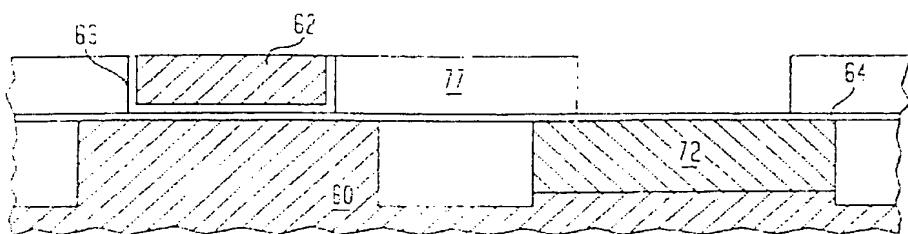
도면17



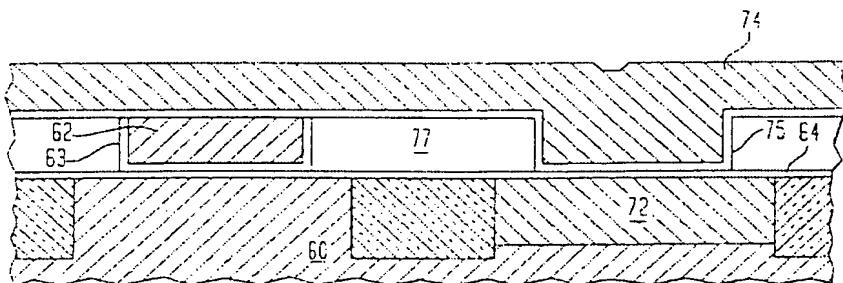
도면18



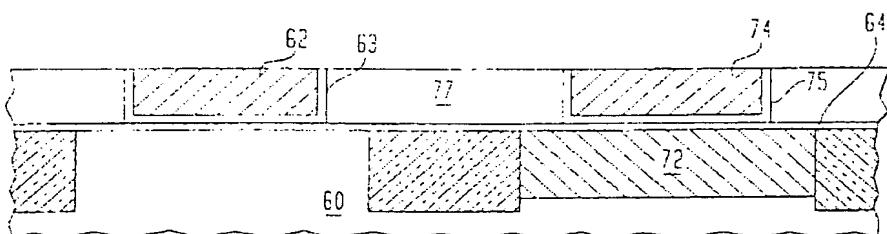
도면19



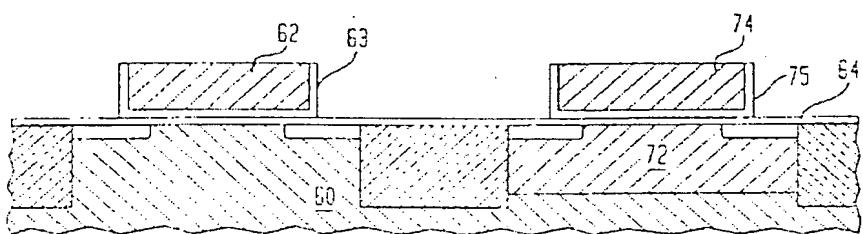
도면20



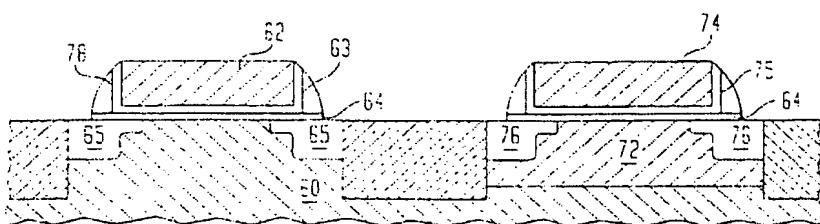
도면21



도면22



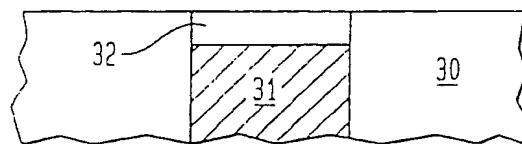
도면23



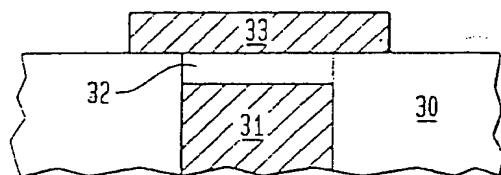
도면24



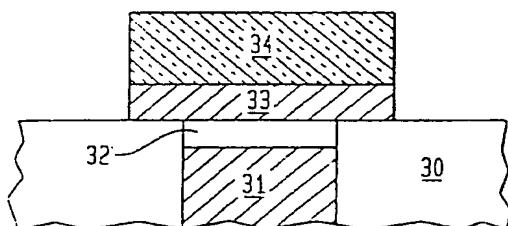
도면25



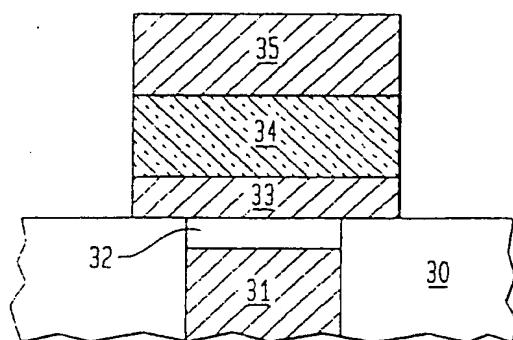
도면26



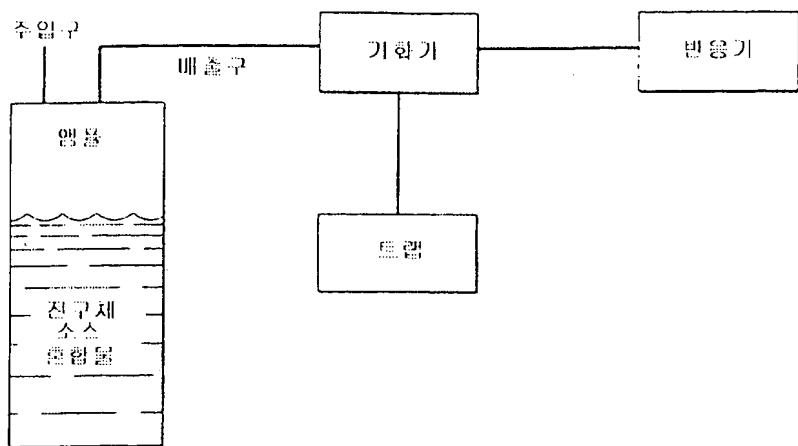
도면27



도면28



도면29



도면30

